بسم الله الرحمن الرحيم

حشره شناسی و دفع آفات

مهندس مجید میراب بالو

گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و بیوتکنولوژی، دانشگاه زیجیانگ، چین

مهندس حمیدرضا پوریان

کارشناس ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

مهندس شهرام پیشه ور

مدیریت حفظ نباتات، سازمان جهاد کشاورزی، استان همدان

چاپ اول

۱۳۸۷

سرشناسه : میراب بالو ،مجید، ۱۳۶۰
عنوان ونام پدیدآور :حشره شناسی ودفع آفات/ مجید میراب بالو،حمیدرضاپوریان،شهرام پیشه ور.
مشخصات نشر : تهران: مرز دانش ، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری: ۲۱۶ مصور.
شابک: ۳- ۷۷- ۹۹۰۰ – ۹۶۴-۹۷۸ ۴۰۰۰۰ریال
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یاد داشت :ص .ع .به انگلیسی Entolomology&pests management.
Majid mirab-balou-Hamidreza pourian shahram pishevar
موضوع: حشره ها .
موضوع: حشره شناسی.
موضوع:حشره های ناقل بیماری های گیاهی .
موضوع :گیاهان –بیماریها و آفات .
شناسه افزوده : پوریان ، حمیدرضا ،۱۳۶۰
شناسه افزوده:پیشه ، شهرام ، ۱۳۶۰-
رده بندی کنگره : ۱۳۸۷ ۵ح ۸۵م QL/۴۶۳
رده بندی دیویی : ۵۹۵/۷
شماره کتابشناسی ملی : ۱۳۰۲۹۹۶

انتشارات مرز دانش
مرکز چاپ و پخش کتابهای دانشگاهی

نام کتاب: حشره شناسی و دفع آفات
نویسندگان : مهندس مجید میراب بالو –مهندس حمیدرضا پوریان –مهندس شهرام پیشه ور
ناشر: مرز دانش
لیتوگرافی :سحرگرافیک ۶۶۴۹۹۳۵۶
چاپ:جباری
شمارگان: ۱۲۰۰
نوبت چاپ: اول ۱۳۸۷
شابک : ۳- ۷۷- ۹۹۰۰ – ۹۶۴-۹۷۸
قیمت: ۴۰۰۰ تومان

مرکز پخش: انتشارات مرز دانش
تهران- خیابان انقلاب- خ ابوریحان- کوچه عنصری- پلاک ۱۱
تلفن: ۶۶۴۰۳۶۵۰ – ۰۹۱۲۳۷۱۴۰۳۱

تقدیم به:

روح پاک شهدا و خانواده های محترم آنها

آزادگان و جانبازان هشت سال دفاع مقدس و فرزندان و خانواده های محترم آنها

و تقدیم به روح پاک پیام حیدری‌که در راه کسب علم و دانش شهید گونه بسوی معبود شتافت

پیشگفتار مولفین

در آغاز پروردگار جهان را سپاسگزاریم که توفیق عنایت فرمود تا این مجموعه را تقدیم علاقمندان نماییم. در ایران رشته حشره شناسی به علت اهمیتی که حشرات زیان آور در اقتصاد کشاورزی کشور دارند از دیرزمان مورد توجه بوده و خوشبختانه امروز اطلاعات ما در این رشته بیش از سایر رشته های مشابه در علوم کشاورزی است. این مجموعه شامل مباحثی هر چند مختصر ولی مفید در اصول مرفولوژی (شکل شناسی خارجی حشرات)، طبقه بندی حشرات و معرفی خانواده های مهم، بیولوژی و رفتارشناسی حشرات، فیزیولوژی (شکل شناسی داخلی حشرات) و روشهای مختلف کنترل آفات می باشد که امید است مورد استفاده دانشجویان و متخصصان این امر قرار گیرد.

در اینجا لازم می دانیم از کلیه محققینی که از دست آوردهای پژوهشی آنان در تالیف این کتاب بهره‌مند شده‌ایم سپاسگزاری نماییم. همچنین از سرکار خانم مهندس پریسا حیدری که ویراستاری ادبی این مجموعه را بر عهده داشته اند سپاسگزاری می نماییم.

علیرغم دقت زیاد در تدوین مطالب علمی کتاب و اجتناب از اشتباهات چاپی ممکن است هنوز کم و کاستیهایی وجود داشته باشد که پیشاپیش از عزیزانی که ما را از وجود این کاستیها با خبر خواهند کرد سپاسگزاری می نماییم.

مهندس مجید میراب بالو
مهندس حمیدرضا پوریان
مهندس شهرام پیشه ور

تابستان ۱۳۸۷

E-mail: majid.mirab@gmail.com

فهرست مطالب

فصل اول

شکل شناسی خارجی حشرات

مقدمه

دنیای جانوران دارای شاخه‌های متعددی می‌باشد که در این میان ٤ شاخه بندپایان، نرم‌تنان، نماتدها و مهره‌داران به‌ویژه از نظر زارعین حائز اهمیت زیادی می‌باشد. در بین این ٤ شاخه نیز شاخه بندپایان هم از نظر اهمیت خسارت در گیاهان و محصولات مختلف و هم از نظر کثرت انواع، جایگاه بسیار مهمی را به خود اختصاص داده است. واژه بندپایان معادل Arthropoda است که از دو کلمه یونانی Arthron (بند و اتصال مفصلی) و Podos به معنی پا ساخته شده و به این جهت این جانوران را بندپایان می‌نامند. بسیاری از آنها از نظر تعداد و فراوانی قابل توجه می‌باشند. قسمت بیرونی بدن این جانوران از قطعات نسبتاً مشابهی درست شده و ضمائم آن نیز بر حسب محیط زندگی و نحوه عمل جانور دارای ساختمان مخصوصی می‌باشد. تمام سطوح خارجی از اسکلت خارجی آلی که محتوی کیتین است پوشیده شده و دستگاه عصبی، چشم‌ها و سایر اندام‌های حسی به طرز قابل توجهی بزرگ بوده و به خوبی رشد کرده اند. این شاخه، تنها شاخه بی‌مهرگان است که بسیاری از اعضای آن برای زندگی در خشکی سازگاری یافته اند و در بین آنها، حشرات تنها بی-مهرگانی هستند که دارای قدرت پرواز بوده و بدین منظور معمولاً یک جفت بال روی حلقه دوم و یک جفت روی حلقه سوم سینه دارند. شکل بسیاری از حشرات در حالت نوزادی با حشره بالغ متفاوت است، به طوری که بسیاری از آنها در حالت نوزادی بدون بال بوده یا بال‌هایشان رشد نکرده و مانند جوانه برگچه گیاهان در دو پهلوی سینه قرار دارد.

به منظور مطالعه دقیق تمام موجودات زنده ، طبقه‌بندی و نام‌گذاری آنها امری ضروری است. علم نام‌گذاری و طبقه‌بندی موجودات را با توجه به درجه تشابه آنها، تاکسونومی می‌نامند. سطوح یا طبقات رده‌بندی تاکسون‌ها به قرار زیر می‌باشند:

سلسله (Kingdom)

شاخه (Phylum)

زیر شاخه (Subphylum)

رده (Class)

زیر رده (Subclass)

راسته (Order)

زیر راسته (Suborder)

فوق خانواده (Super family)

خانواده (Family)

زیر خانواده (Subfamily)

قبیله (Tribe)

جنس (Genus)

زیر جنس (Subgenus)

گونه (Species)

زیر گونه (Subspecies)

در سیستم طبقه‌بندی، سلسله جانوری به تعدادی شاخه تقسیم می‌شود که هر شاخه به رده‌ها، هر رده به راسته‌ها، هر راسته به خانواده‌ها، خانواده‌ها به جنس‌ها و جنس‌ها به گونه‌ها تقسیم می‌گردند. اما شاید در این میان، گونه تنها سطح طبقه‌بندی می‌باشد که می‌توان آن را با یک معیار منطقی تعریف نمود. یک جنس در برگیرنده چندین گونه است و گونه واحد اساسی سیستماتیک به شمار می‌آید. اسم فوق خانواده به پسوند oidea-، خانواده به پسوند idae-، زیر خانواده به پسوند inae- و قبیله به پسوند ini- ختم می‌شود. به طور مثال، جایگاه سن گلخوار یونجه، *Lygus rugulipennis* در سلسله جانوری به صورت زیر می‌باشد:

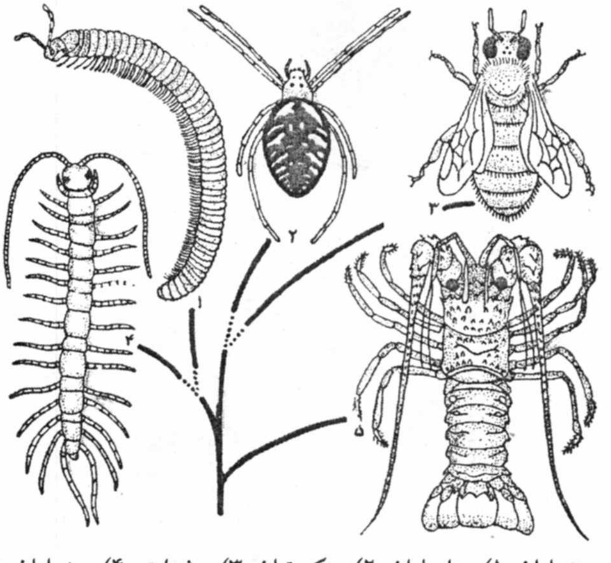
Kingdom Animalia Linnaeus, 1758 - animals
Branch Protostomia Grobben, 1908 - protostomes
Superphylum Panarthropoda
Phylum Arthropoda Latreille, 1829 - arthropods
Subphylum Hexapoda
Class Insecta Linnaeus, 1758 - insects
Subclass Dicondylia
Infraclass Pterygota
Division Neoptera
Subdivision Paraneoptera
Order Heteroptera Latreille, 1810 - bugs
Group Cimicomorpha
Superfamily Miroidea
Family Miridae (Hahn, 1831)
Genus: *Lygus*
Species: *rugulipennis* Poppius

جانوران معمولاً دو نوع اسم دارند: اسم علمی و اسم عامیانه. اسم علمی جانوران را معمولاً در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌دهند و هر تاکسون جانوری معمولاً دارای یک اسم مختص به خود می‌باشد. نام‌های عامیانه معمولاً اسامی بومی یک منطقه بوده و به اندازه نام‌های علمی دقیق نیستند.

اسم علمی هر موجود زنده از نام‌های جنس و گونه تشکیل شده است. همیشه اولین حرف نام جنس با حرف بزرگ لاتین و حرف اول نام گونه با حرف کوچک و هر دو اسم به صورت ایتالیک نوشته می‌شوند تا از سایر نوشته‌ها متمایز گردند. همچنین در مواردی می‌توان در زیر اسامی علمی خط کشید. به دنبال اسم علمی، اغلب نام دیگری نیز مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده نام شخصی است که به طور رسمی مشخصات این موجود را توصیف و آن را نام‌گذاری کرده است. این اسم به صورت غیر ایتالیک و حرف اول آن نیز با حرف بزرگ لاتین نوشته می‌شود. به طور مثال، اسم علمی حشره زیر که نوعی تریپس بوده و توسط کارنی در سال ۱۹۰۷ توصیف شده است بدین صورت نوشته می‌شود:

Haplothrips reuteri Karny, 1907 (Thysanoptera: Phlaeothripidae)
Haplothrips reuteri Karny, 1907 (Thysanoptera: Phlaeothripidae)

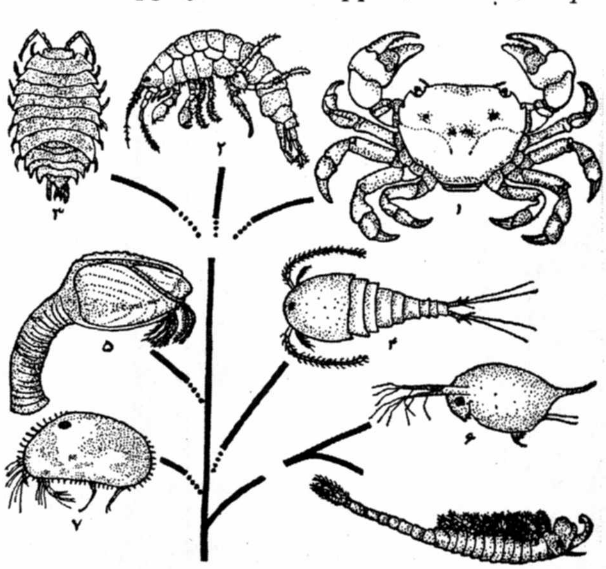
شاخه بندپایان دارای پنج رده شامل سخت‌پوستان (خرچنگ، میگو، خرخاکی و...)، هزارپایان (صدپا و هزارپا)، عنکبوتیان (کنه، عقرب، رطیل و...) ، حشرات (مگس، سوسک و...) و خرچنگ‌های عقرب مانند می‌باشد که در این فصل به شرح آنها پرداخته می‌شود.



شکل ۱-۱: شاخه بندپایان: ۱) هزارپایان، ۲) عنکبوتیان، ۳) حشرات، ۴) صدپایان، ۵) سخت‌پوستان

۱- سخت‌پوستان (Crustaceae)

اکثر گونه‌های سخت‌پوستان در دریا، بعضی در آب‌های شیرین و تعداد معدودی نیز در محل‌های مرطوب در خشکی یافت می‌شوند. این افراد اغلب به طور انفرادی زندگی کرده، اما بعضی از آنها نیز به صورت اجتماعی به‌سر می‌برند. از مهمترین علائم مشخصه آن‌ها علاوه بر اولین جفت شاخک (Antennule)، وجود دو جفت شاخک نیز در روی سر است. به علاوه جدا شدن پاها به سه بخش قاعده‌ای، داخلی و خارجی، طبیعت بسیار جالب توجهی را نشان می‌دهد. تنفس در سخت‌پوستان توسط برانشی انجام می‌شود. سر و قفس‌سینه اغلب با یکدیگر ادغام شده و به صورت سرسینه درآمده است. روی سر و قسمت‌های سینه غالباً پوشش سختی به نام کاراپاس وجود دارد. بدن در محل اتصال مفصل‌ها به یکدیگر نرم بوده و در سایر قسمت‌های غیر متحرک نیز توسط لایه‌ای از کیتین پوشانده شده است. سر در سخت‌پوستان از پنج قسمت جوش خورده با دو جفت شاخک تشکیل شده است. یک جفت آرواره زیرین اطرافی و دو جفت آرواره زیرین برای جویدن دارند. سینه آنها از ۲-۶۰ بند یا حلقه متمایز یا به تفکیک جوش خورده تشکیل یافته است. بندها یا حلقه‌های شکمی معمولاً متمایز است و در انتها دنباله شنا (تلسون) دارند. از مهم‌ترین جنس‌های سخت‌پوستان می‌توان .*Astacus* spp (خرچنگ‌های آب شیرین)، .*Homarus* spp (خرچنگ‌های دراز دریایی)، .*Daphnia* spp (آب کک‌ها)، .*Potamon* spp و .*Anostraca* spp را نام برد.

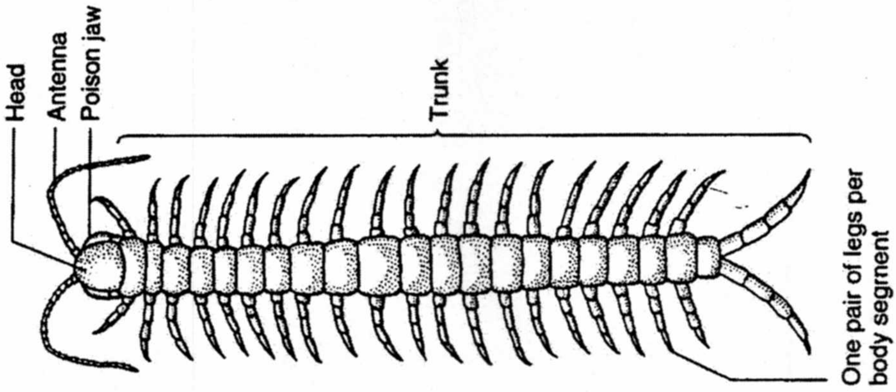


شکل ۱-۲: سخت‌پوستان شامل ۱) ده پایان، ۲) ناجورپایان، ۳) جورپایان، ۴) پاروپایان، ۵) رشته پایان، ۶) شاخی‌سیخکان، ۷) زره‌داران، ۸) بی‌کاسگان

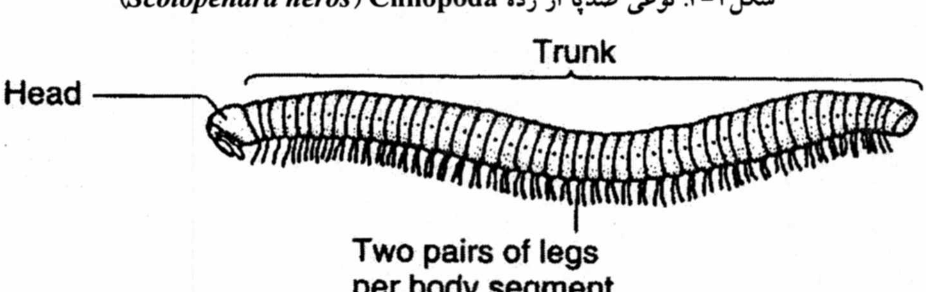
۲- هزارپایان (Myriapoda)

هزارپایان جانورانی کوچک و کرمی شکل بوده که دارای پاهای متعدد هستند و به همین جهت به آنان هزارپا گفته می‌شود. اغلب هزارپایان دارای ۳۰ و یا چند جفت بیشتر از ۳۰ جفت پا می‌باشند و معمولاً در هر حلقه بدن دو جفت پا وجود دارد. بدن استوانه‌ای شکل یا گاهی مسطح بوده و از دو قسمت سر و تنه تشکیل شده است. در روی سر یک جفت شاخک، یک جفت آرواره بالا، یک و یا دو جفت آرواره پایین و چشم‌های ساده و در قسمت تنه نیز در هر یک از حلقه‌های آن، یک و یا دو جفت پا یافت می‌شود. تنفس توسط برانشی انجام می‌شود. این رده با تفکیک به چهار راسته Chilopoda (صدپایان)، Diplopoda (هزارپایان)، Pauropoda و Symphyla مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در هر بند تنه در صدپایان یک جفت پا ولی در هزاپایان دو جفت پا وجود دارد.

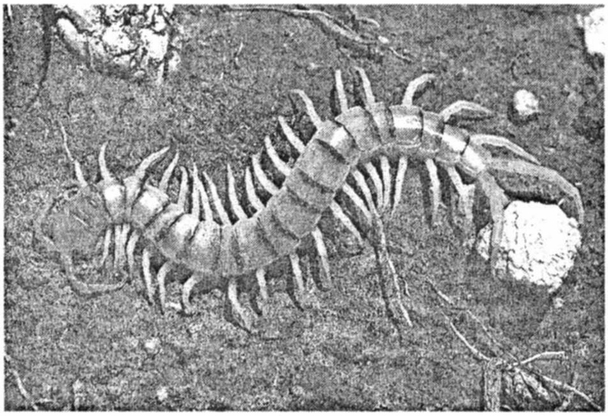
هزارپایان معمولاً در جاهای مرطوب و تاریک، زیر سنگ‌ها و داخل خاک‌های هوموسی و یا زیر پوست درخت‌ها و برگ‌های پوسیده و ریخته شده بر روی زمین بسر می‌برند. از لحاظ رژیم غذایی بعضی گوشت‌خوار بوده و بعضی دیگر نیز از بندپایان تغذیه می‌کنند.



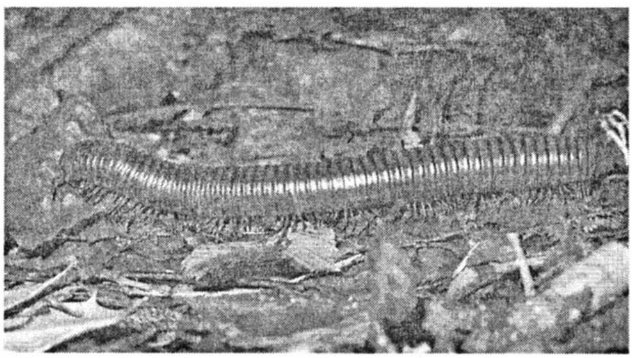
شکل ۱-۳: نوعی صدپا از رده Chilopoda (*Scolopendra heros*)



شکل ۱-۴: نوعی هزارپا از رده Diplopoda (*Narceus americanus*)



شکل۱-۵: نوعی صدپا از رده Chilopoda



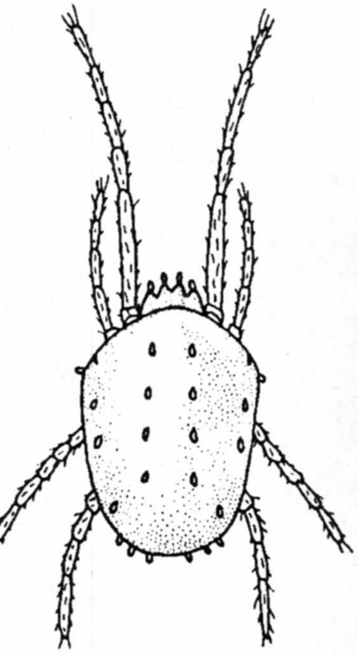
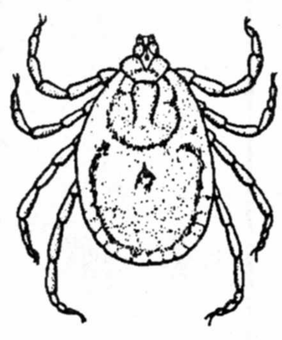
شکل۱-۶: نوعی هزارپا از رده Diplopoda

۳- عنکبوت‌مانندها (Arachnida)

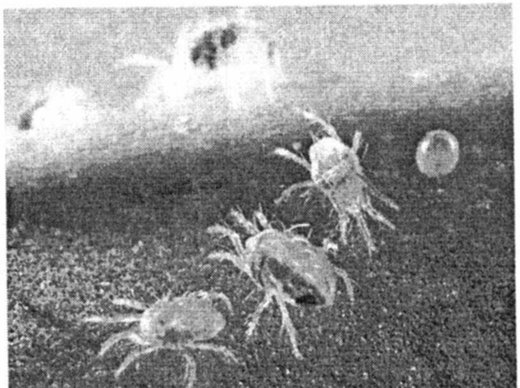
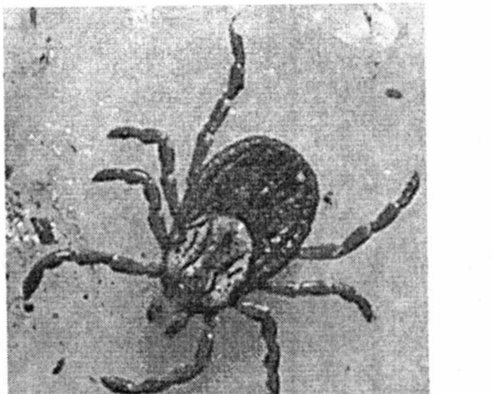
عنکبوتیان یکی از بزرگ‌ترین و تقریباً مهم‌ترین رده کلیسرداران می‌باشند. افراد این رده عموماً جانوران زمین‌زی و از گروه بندپایان تراشه‌دار هستند. بدن آن‌ها به طور آشکار به دو قسمت سرسینه و شکم متمایز می‌شود. در قسمت سرسینه دارای ٤ جفت پای مفصلی و یک جفت پای لامسه‌ای می‌باشند. در روی سر یک جفت چشم ساده قرار دارد ولی فاقد شاخک و آرواره‌های بالا هستند. در حفره دهان یک جفت کلیسر وجود دارد. بعضی از گونه‌ها حاوی غدد سمی می‌باشند. تنفس توسط سیستم تراشه‌ای و یا برانشی‌های برگچه مانند انجام می‌گیرد. در روی بدن موهای حسی یافت می‌شود. تولیدمثل معمولاً به طریق جنسی است. اغلب گونه‌ها خشکی‌زی بوده و افرادی انگل، شکارگر و یا گیاه‌خوار می‌باشند. این رده با تفکیک به راسته‌های مهمی مانند عقرب‌ها (Scorpionida)، رطیل‌ها (Solphugida)، عنکبوت‌های پادراز (Phalangida)، عنکبوت‌های حقیقی (Aranida) و کنه‌ها (Acarina) مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

عقرب‌ها از حشرات و عنکبوت‌ها تغذیه می‌کنند، به طوری که صید را با پدیپالپ گرفته و گاهی آنها را نیش می‌زنند. عقرب‌ها زنده‌زا بوده و نوزادان بعد از تولد بر روی پشت مادر حمل می‌شوند. رشد آنها به کندی صورت می‌گیرد و بلوغ آنها نیز گاهی چندین سال به طول می‌انجامد.

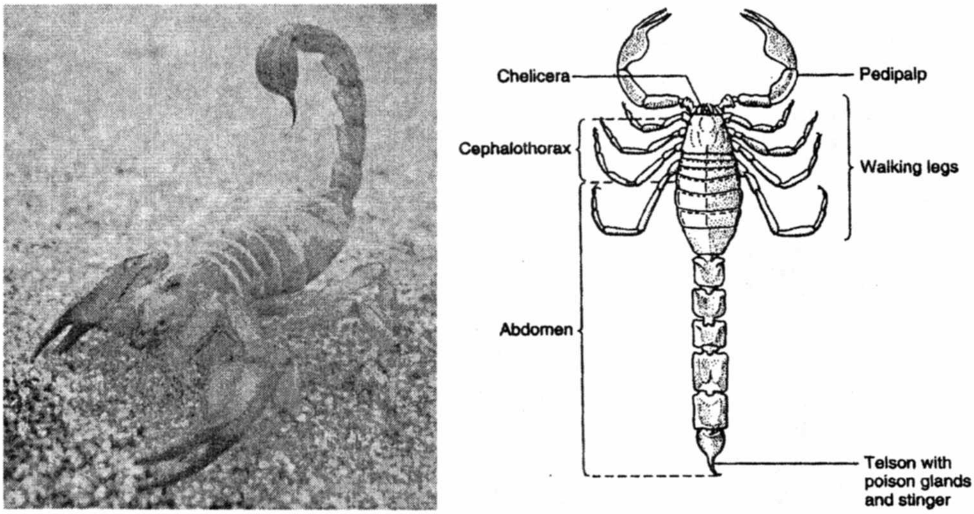
عنکبوت‌ها که دسته بزرگی از عنکبوتیان را تشکیل می‌دهند، در جاهای مختلفی زندگی می‌کنند. همه عنکبوت‌ها شکارگرند و برخی از آنها که درشت‌ترند می‌توانند گاه‌گاهی از بی‌مهرگان کوچک‌تر به عنوان غذا استفاده کنند.

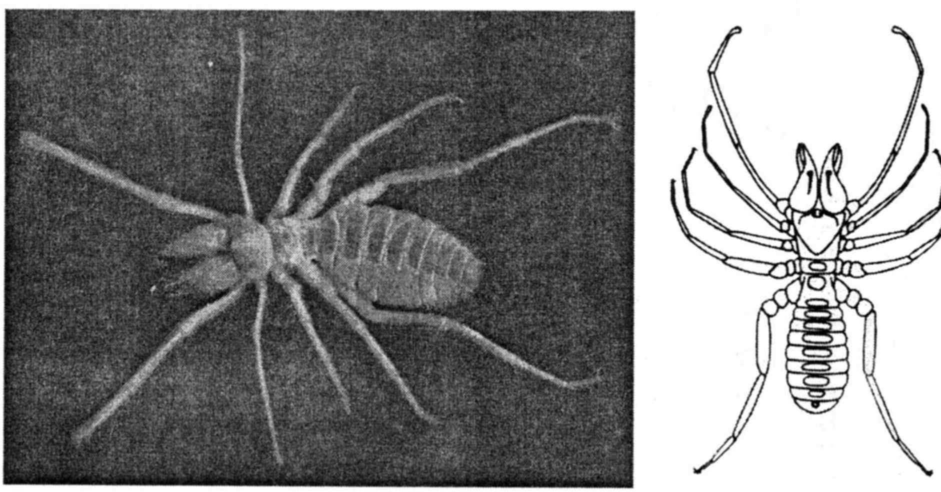
شکل ۱-۷: ساختمان بدن در کنه دامی (سمت راست) و کنه گیاهی (سمت چپ)

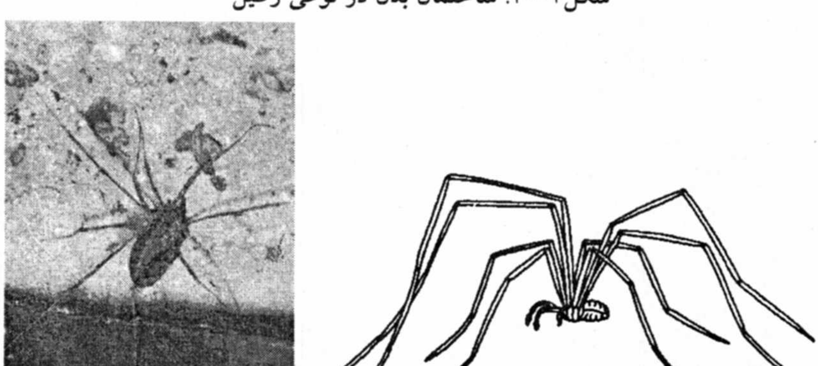
شکل ۱-۸: کنه دامی (سمت راست) و گیاهی (سمت چپ)



شکل ۱-۹: ساختمان بدن در نوعی عقرب



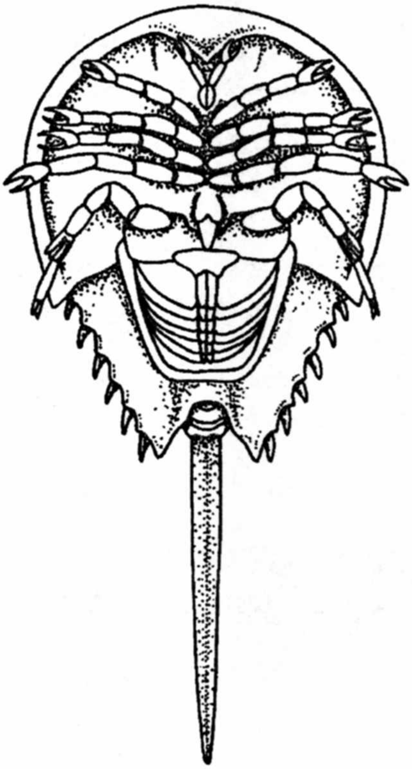
شکل ۱-۱۰: ساختمان بدن در نوعی رطیل



شکل ۱-۱۱: ساختمان بدن در نوعی عنکبوت پادراز

٤- خرچنگ‌های عقرب مانند (Merostomata)

این جانوران بر خلاف عنکبوت‌ماندها از گروه بندپایان برانشی‌دار آبزی بوده و امروزه تنها نمونه زنده آنها جنس *Limulus* می‌باشد که در اقیانوس هند تا سواحل استرالیا، ژاپن و آمریکای شمالی زندگی می‌کند. در این جانوران، قسمت سر و قفس‌سینه سپر مانند و مجهز به یک جفت کلیسر و ٥ جفت پای بادکشی است. شکم به یک دم (تلسون) نوک تیز و بلند که وسیله حرکت و جهش جانور می‌باشد، ختم می‌شود.



شکل۱-۱۲: ساختمان بدن در نوعی خرچنگ عقرب‌مانند

٥- حشرات (Hexapoda = Insecta)

حشرات فراوان‌ترین موجودات زمینی و تنها بی‌مهرگانی هستند که می‌توانند در محیط‌های خشک زندگی کنند و علاوه بر این قادر به پرواز نیز می‌باشند. انواع مختلف حشرات به زندگی در آبهای شیرین، شور و خشکی سازگار شده‌اند.

حشرات در طول زندگی خود بر روی کره زمین دائماً در حال رقابت با انسان و حیوانات دیگر بوده و به دلایل زیر در این رقابت موفق شده‌اند:

۱- قدمت حشرات: بعضی از حشرات حدود ۳۰۰ تا ٤۰۰ میلیون سال قدمت تاریخی دارند.

۲- تعداد گونه‌ها: حشرات حدود سه‌چهارم از کل گونه‌های جانوران را تشکیل می‌دهند.

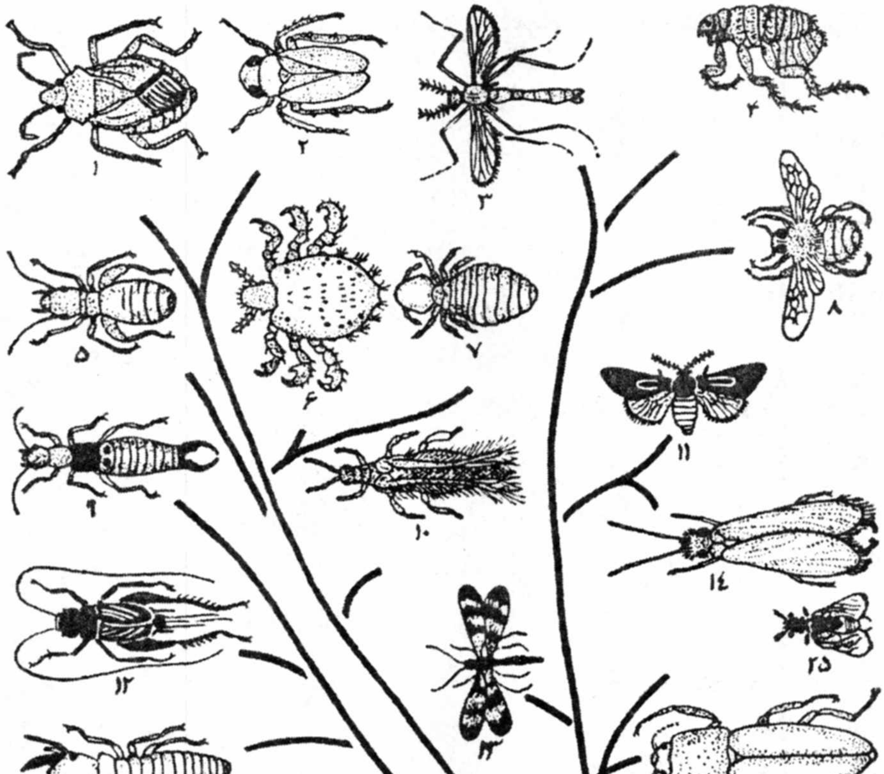
۳- روش‌های رشد و نمو و تکثیر: این روش‌ها در حشرات متنوع بوده و امکان بقاء آنها را فراهم آورده است.

٤- اندازه جثه حشرات: کوچکی بدن حشرات امکان بقاء آن‌ها را روی مقدار کم غذا، اشغال فضای مسکونی کم و همچنین دور ماندن از دید دشمنان طبیعی فراهم می‌سازد. طول بدن حشرات ممکن است از چند صدم میلیمتر تا حداکثر ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر (در بعضی از سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها) متغیر باشد.

٥- وجود بال‌ها: حشرات به واسطه داشتن بال، قدرت انتشار و پخش در سطح کره زمین را داشته و ضمناً بدین وسیله می‌توانند از گزند دشمنان طبیعی فرار کنند.

٦- وجود اسکلت خارجی: این‌گونه اسکلت مزایایی دارد که سایر جانوران از آنها برخوردار نیستند.

۷- تنوع سیستم زندگی (استحاله یا دگردیسی): بطور کلی حشرات از نظر طرز زندگی و نشو و نما فعالیت‌های خود را بر حسب تغییرات عوامل محیطی مخصوصاً تحولات رژیم غذایی و شرایط اقلیمی تنظیم و سازش می‌دهند. مثلاً لارو و حشره کامل یک گونه ممکن است در مکان‌های متفاوت زندگی کرده و از رژیم غذایی متفاوتی امرار معاش نمایند.



شکل ۱-۱۳: انواع مختلف حشرات: ۱) ناجوربالان، ۲) جوربالان، ۳) دوبالان، ۴) کک‌ها، ۵) کتاب‌خواران، ۶) شپش‌ها، ۷) شپش پرندگان، ۸) بال‌غشاییان، ۹) گوشخیزک‌ها، ۱۰) تریپس‌ها، ۱۱) بالپولکداران، ۱۲) راست‌بالان، ۱۳) منقارسران، ۱۴) موی‌بالان، ۱۵) موریانه‌ها، ۱۶) سخت‌بالپوشان، ۱۷) تارپاها، ۱۸) بهاره‌ها، ۱۹) بالتوری‌ها، ۲۰) دم مویی‌ها، ۲۱) پادمان، ۲۲) سنجاقک‌ها، ۲۳) بی‌شاخکان، ۲۴) یکروزه‌ها، ۲۵) بال‌تاب‌خورده‌ها

کلید تشخیص رده‌های عمده بندپایان و راسته‌های مهم خرچنگ‌ها و عنکبوتیان

۱- دارای ۲ جفت شاخک (۱جفت از آنها ممکن است خیلی کوچک باشد)..(رده خرچنگها) Crustaceae

- بدون شاخک و یا فقط دارای ۱ جفت شاخک.............................۲

۲- دارای ٤ جفت پاهای رونده؛ بدون شاخک؛ تغذیه به وسیله کلیسرها و پاهای آرواره ای.........

....(رده عنکبوتیان) Arachnida

- پاهای رونده ۳ جفت یا بیشتر؛ شاخکها ۱ جفت؛ تغذیه به وسیله آرواره های بالا.............۳

۳- دارای چندین جفت پا؛ بدن از ۲ قسمت سر و تنه چند بندی تشکیل شده است.........٤

- فقط دارای ۳ جفت پا؛ بدن متشکل از ۳ قسمت سر، سینه و شکم؛ امکان وجود بال هم هست.......... ......(رده حشرات)**Insecta**

٤- هر یک از بندهای بدن دارای ۲ جفت پا.............................(رده هزار پایان) Diplora

- هر یک از بندهای بدن فقط دارای ۱ جفت پا.............................۵

۵- اولین جفت پاها شبیه به سایر پاها؛ تنفس از راه آبششها و یا اسکلت خارجی..................

....(رده خرچنگها) Crustaceae

- اولین جفت پاها به قلابهای سمی تغییر شکل یافته است؛ تنفس از راه تراشه ها و منافذ تنفسی ....

....(رده صد پایان) Chilopoda

٦- جانوران کوچک؛ معمولاً به طول کمتر از ٦ میلی متر.............................۷

- جانوران بزرگتر؛ عموماً به طول بیش از ٦ میلی متر؛ معمولاً دارای پیوستهای شکمی..............۸

۷- بدن کوتاه، غیر بندی، به طور کامل محصور در درون کاسه سنگ دو کفه ای، صدفی شکل.........

....(راسته زره داران) Ostracoda

- بدن طویل و به طور مشخص بندی، اگر صدفی شکل باشد، شاخکها در درون کاسه سنگ محصور نیست

....(راسته پاروپایان) Copepoda

۸- سر سینه وجود دارد.........(خرچنگهای آب شیرین، راسته ده پایان) Decopoda

- سر سینه وجود ندارد.............................۹

۹- بدن در سطوح پشتی و شکمی مسطح.............(خرخاکیها، راسته جور پایان) Isopoda

- بدن در دو سطح جانبی فشرده است...........(پهلوشناگران، راسته ناجور بالان) Amphipoda

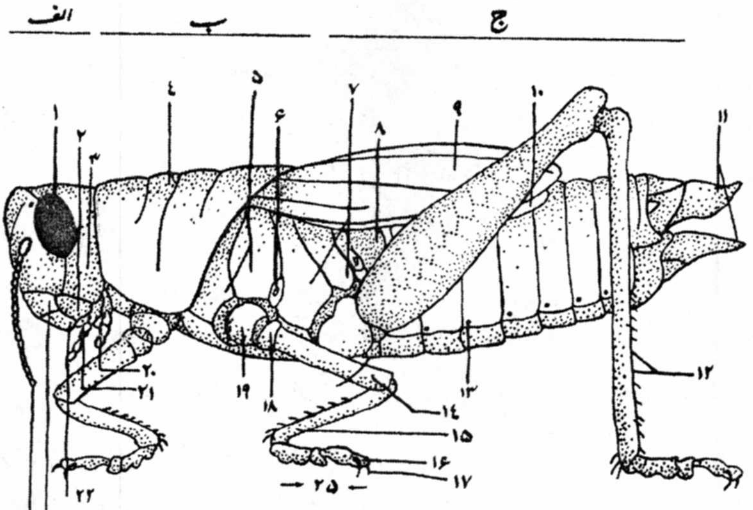
۱۰- شکم دارای نیش در انتهای دم بلند و ٦ بندی...........(راسته عقربها) Scorpionida

- شکم بدون نیش در انتهای دم بلند و ٦ بندی.............................۱۱

۱۱- پاهای آرواره ای انبر مانند (با گیره متقابل)............(راسته عقرب نماها)Pseudoscorpionidea
- پاهای آرواره ای قلاب مانند (بدون گیره متقابل)...............................۱۲
۱۲- شکم به طور مشخص مفصلی...۱۳
- شکم ظاهراً غیر مفصلی..۱۴
۱۳- شکم مشخص؛ کلیسرها خیلی بزرگ........................(راسته رتیلها) Solphugidae
- شکم به طور نامشخص به سرسینه متصل است؛ پاها غالباً دراز.........(راسته پایداران) Phalangida
۱۴- شکم در محل اتصال به سرسینه پهن است.....................(کنه های دامی و گیاهی) Acarina
- شکم در محل اتصال به سرسینه پهن است......................(کنه های دامی و گیاهی) Acarina

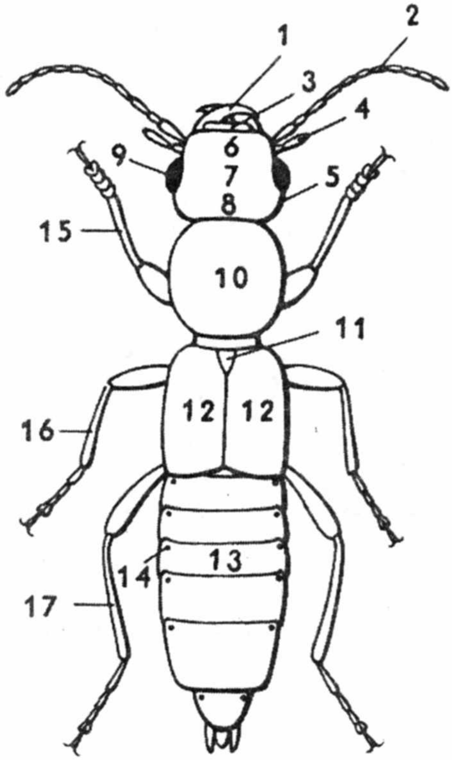
شکل‌شناسی خارجی حشرات

حشرات جزء بندپایان تراشه دار هستند که بدنشان حلقه حلقه بوده و از سه بخش سر، قفس-سینه و شکم تشکیل شده است. تعداد حلقه‌های بدن حداکثر ۲۱ عدد است که به ترتیب ٦ حلقه سر، ۳ حلقه قفس‌سینه و ۱۲ حلقه شکم را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱-۱۴: قسمت‌های خارجی بدن ملخ ماده: الف) سر، ب) سینه، ج) شکم

۱) چشم مرکب، ۲) آرواره بالایی، ۳) آرواره بالایی، ۴) گونه، ۵) پیش سینه، ۶) سوراخ سینه، ۵) سوراخ سینه، ۶) منفذ تنفسی، ۷) پس سینه، ۸) پرده صماخ، ۹) بال جلویی، ۱۰) بال عقبی، ۱۱) تخمریز، ۱۲) خارهای ساق، ۱۳) سوراخ تنفسی، ۱۴) ران، ۱۵) ساق، ۱۶) بالشتک کناری، ۱۷) چنگال، ۱۸) پی‌ران، ۱۹) پیش‌ران، ۲۰) لب پایینی، ۲۱) آرواره پایینی، ۲۲) لب بالایی، ۲۳) سپر، ۲۴) شاخک، ۲۵) مچ



شکل۱-۱۵: اجزای بدن در حشرات: ۱) قطعات دهان، ۲) شاخک، ۳) لب بالا، ۴) لب پایین، ۵) سر، ۶) قطع روی دهان، ۷) پیشانی، ۸) فرق سر، ۹) چشم مرکب، ۱۰) سپر، ۱۱) سپرچه، ۱۲) اولین بالها، ۱۳) شکم، ۱۴) سوراخ تنفسی، ۱۵) پاهای جلویی، ۱۶) پاهای وسطی، ۱۷) پاهای عقبی

سر در حشرات

سر یا اولین بخش بدن که به اشکال مختلف کروی، بیضی، مثلثی، استوانه‌ای و قلبی مشاهده می‌شود عبارت از یک کپسول کوتیکولی نسبتاً سختی است که در جلو دارای حفره دهانی و در عقب دارای سوراخ پس سریمی باشد. سوراخ دهانی، محل شروع لوله گوارش و سوراخ پشتی محل عبور مری و زنجیر عصبی است. سر در مرحله جنینی از بهم پیوستن ۶ حلقه به وجود آمده و این حلقه‌ها به گونه‌ای به هم متصل شده‌اند که از بیرون به هیچ وجه آثار اتصال آنها مشخص نیست. کپسول سر به صورت قطعه واحدی است که محتوی مغز و ماهیچه های ضمائم سر می‌باشد. فضای داخلی سر دارای قطعات کیتینی به نام تانتوریوم است که با لبه‌های داخلی اسکلریت‌ها، مجموعاً اسکلت داخلی سر را تشکیل می‌دهند.

سر دارای اعضای حسی مهمی مانند شاخک‌ها (یک جفت)، چشم‌ها (یک جفت چشم مرکب و حداکثر ۳ چشم ساده) و همچنین قطعات دهانی بوده و برای انجام وظایفی از قبیل شناسایی محیط توسط اندام‌های حسی، تغذیه، هماهنگی و حفاظت مرکز هماهنگی بدن تخصص یافته است، لذا وظیفه آن شبیه سر در سایر جانوران می باشد.

به طور کلی، سر در حشرات از قطعات زیر تشکیل شده است:

۱- **فرق سر(Vertex)**: بخشی است که در بالای پیشانی و میان چشم‌های مرکب قرار دارد.

۲- **پیشانی(Frons)**: بخشی بین چشم‌های مرکب و گونه‌ها است که چشم ساده میانی در این بخش قرار دارد.

۳- **گونه(Gena)**: گونه‌ها در دو طرف سر و زیر چشم‌های مرکب قرار دارند که در برخی از حشرات بیش از حد رشد کرده و پس‌گونه را به وجود می‌آورند. پس‌گونه بعد از گونه و در پایین و پشت سر قرار دارد.

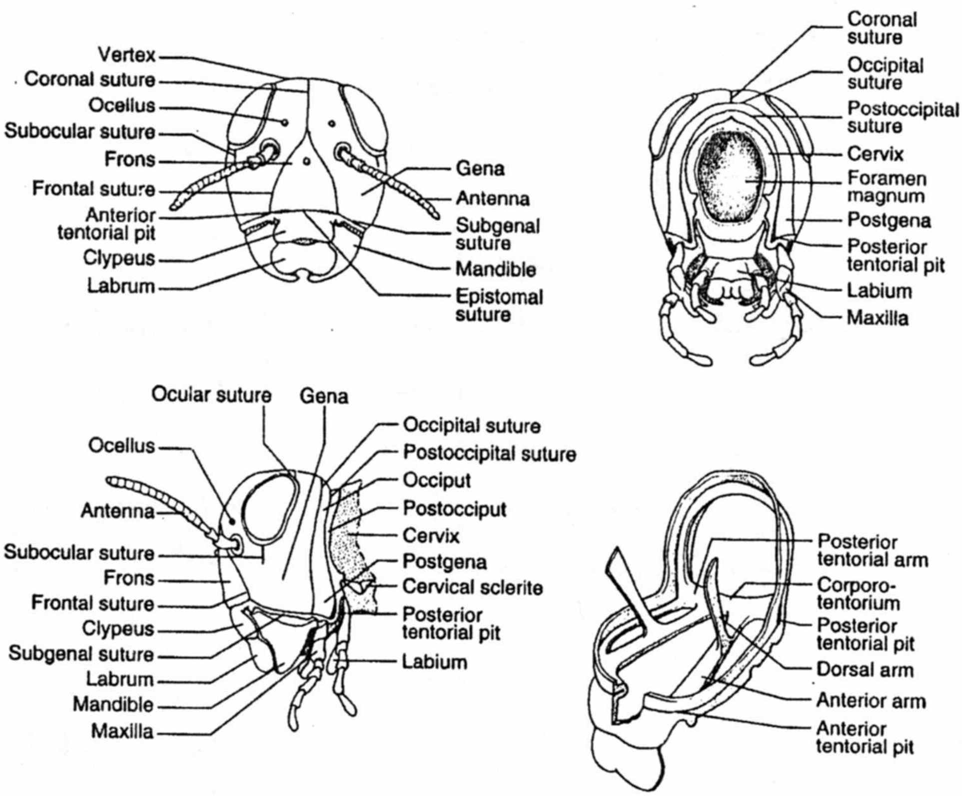
٤- **قطعه زیر پیشانی(Clypeus=Epistoma)**: قطعه‌ای است که در زیر پیشانی و بالای لب بالا قرار گرفته و به وسیله درز لب بالا از آن جدا شده‌است.

٥- **پشت‌سر(Occiput)**: این بخش در بالا به منطقه گیجگاه و در پایین به پس گونه‌ها چسبیده است.

٦- **پس‌پشت‌سر (Postocciput)**: بخشی از پشت سر بوده که بین سوراخ پس سر و درز پشت سر قرار گرفته است. به عبارت دیگر از کناره‌های سوراخ پشت سر است که معمولاً در دو طرف جانبی خود حامل دو مهره مفصل بوده و اسکلریت‌های گردن به آن متصل می‌شوند.

۷- **گیجگاه(Tempora)**: بخشی از سر است که در پشت چشم‌های مرکب قرار می‌گیرد.

۸- **گلو(Gula)**: قطعه‌ای است که بین درز پشت سر و قطعات دهانی و سوراخ پس سر قرار دارد. گلو در برخی حشرات مثل سخت‌بالپوشان و بالتوری‌ها رشد زیادی کرده و اغلب با زیر چانه و گاهی نیز با چانه در هم آمیخته و یک قطعه کوتیکولی به نام Gulamentum را می‌سازد. علاوه بر این، گلو ممکن است در بعضی از حشرات وجود نداشته و یا به یک نوار باریک سخت تبدیل شده باشد.



شکل ۱-۱۶: قسمت‌های مختلف سر در ملخ (راسته راست‌بالان)

۹- آرواره‌های بالا (Mandible): یک جفت آرواره‌هایی هستند که به شدت اسکلروتینه شده و در ناحیه عقب لب بالا قرار گرفته‌اند.

۱۰- آرواره‌های پایین (Maxilla): در عقب آرواره‌های بالا قرار داشته و دارای چندین حلقه می‌باشند. بر روی آرواره‌های پایین، پالپ‌های آرواره‌های پایین واقع شده‌اند که کار حسی را به عهده دارند.

۱۱- لب بالا (Labrum): اسکلریتی است که در زیر قطعه زیر پیشانی قرار دارد.

۱۲- لب پایین (Labium): در عقب آرواره‌های پایین واقع شده و دارای پالپ لب پایین است.

۱۳- شاخک: شاخک‌ها دارای اشکال مختلفی هستند که از سه مفصل اسکاپ، پدیسل و تاژک تشکیل شده و در زندگی حشرات دارای اهمیت زیادی می‌باشند.

۱۴- چشم‌های ساده و مرکب (Ocelli and compound eyes): چشمهای مرکب که به اشکال گرد، نیم کروی و بیضوی است در طرفین سر و چشم‌های ساده به صورت نقطه‌های شفاف در طرفین یا جلوی سر قرار دارند.

وضع سر حشرات نسبت به بدن

وضع سر و قطعات دهانی آن نسبت به محور طولی بدن در حشرات متفاوت است و بدین ترتیب، بر حسب طرز قرار گرفتن سر نسبت به بدن می‌توان سه تیپ زیر را تشخیص داد:

۱- تیپ زیر دهانان (Hypognathus=Orthognathes)

در این تیپ که در بیشتر حشرات به ویژه گیاه‌خواران دیده می‌شود، سر عمود بر محور طولی بدن بوده و قطعات دهانی در زیر سر قرار گرفته‌اند. تیپ زیر دهانان که گاهی راست‌دهانان (Orthognathus) نیز نامیده می‌شود در بیشتر حشرات مانند راسته‌های راست‌بالان، سخت‌بالپوشان و زنبورها مشاهده می گردد.

۲- تیپ پیش دهانان (Prognathus)

در این تیپ که اغلب در لاروها، حشرات شکارگر، برخی از سخت‌بالپوشان و گوشخیزک‌ها دیده می‌شود، سر و قطعات دهانی در امتداد محور طولی بدن قرار گرفته‌اند.

۳- تیپ پس‌دهانان (Opistognathus)

در این تیپ که گاهی شکم‌دهانان نیز نامیده می‌شود قطعات دهانی در حالت استراحت در جهت پایین و متمایل به عقب بدن قرار می‌گیرند، به طوری که سر با محور طولی بدن زاویه تندی ایجاد می‌کند. این تیپ دهانی بیشتر در سن‌ها، شته‌ها و شپشک‌های گیاهی دیده می‌شود.

شاخک (Antennae)

در روی سر اکثر حشرات یک جفت پیوست به نام شاخک قرار دارد که شکل آن در گونه‌های مختلف حشرات، بسیار متفاوت است. شاخک‌ها معمولاً به طور دائم در حرکت بوده و از نظر فیلوژنی معادل شاخک اول (Antennula) سخت‌پوستان می‌باشند. این اعضای حسی در تمام حشرات به جز در حشرات راسته بی‌شاخکان (Protura) و لارو بعضی از زنبورها به تعداد یک جفت در طرفین سر وجود دارند. شاخک‌ها در بعضی از حشرات کوتاه (مگس ها) و در برخی دیگر

دراز بوده، به طوری که گاهی نیز طول آنها از طول بدن بیشتر است، مانند سوسک‌های شاخک‌دراز خانواده Cerambycidae و یا ملخ‌های شاخک‌بلند خانواده Tettigoniidae.

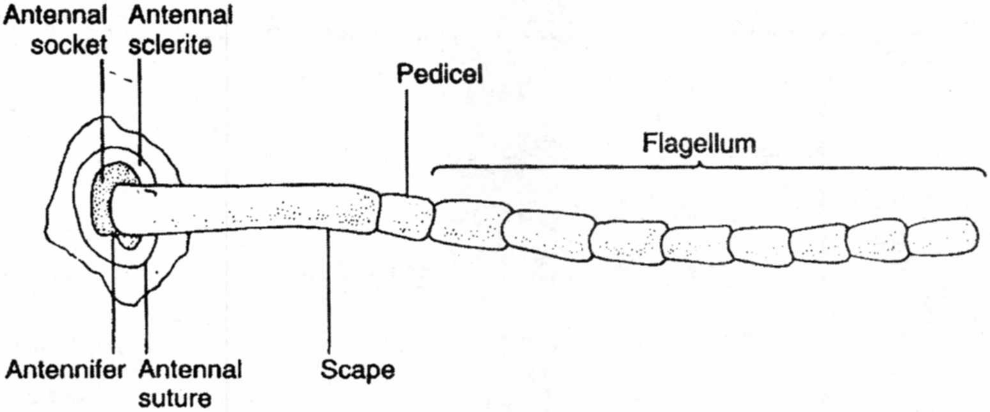
شکل عمومی شاخک‌ها غالباً در افراد نر و ماده یک گونه متفاوت است (دو شکلی جنسی) و به این صورت جنس نر و ماده به آسانی از هم شناخته می‌شوند. شاخک از سه بخش زیر تشکیل شده است:

۱- **اسکاپ (Scape)**: بند اول یا پایه شاخک که معمولاً پهن‌تر و یا بلندتر از بندهای دیگر است.

۲- **پدیسل (Pedicel)**: دومین بند شاخک بعد از اسکاپ است که معمولاً کوتاه‌تر بوده و از لحاظ شکل، نسبت به دیگر بندها متفاوت می باشد. پدیسل حاوی اعضای حسی ویژه‌ای به نام جونستون است. روی بندهای مختلف شاخک بعضی از حشرات مانند شته‌ها، اعضای حسی (سنسوریا یا ریناریا) ویژه‌ای به اشکال مختلف دیده می‌شوند که در تشخیص گونه ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳- **تاژک (Flagelle)**: تاژک شامل بند سوم و مجموع دیگر بندها است. تعداد بندهای تاژک از یک (لارو سخت‌بالپوشان) تا ۶۰ بند (سخت‌بالپوشان شاخک‌دراز) متغیر است. در بعضی از ملخ‌های شاخک‌بلند، این تعداد تا ۱۵۰ بند نیز می‌رسد، ولی به طور معمول تعداد بندهای تاژک در حدود ۹ بند می‌باشد.

فرق مفصل‌های اسکاپ و پدیسل با مفصل‌های فلاژلوم در این است که مفصل‌های فلاژلوم فاقد ماهیچه‌های مربوط به خود می‌باشند در حالی‌که مفصل‌های اسکاپ و پدیسل دارای چنین ماهیچه‌هایی هستند. هر شاخک از یک حفره شاخک منشأ می‌گیرد که این حفره توسط یک اسکلریت شاخکی حلقه مانند احاطه شده است. معمولاً اسکلریت شاخکی حاوی زائده کوچکی به نام آنتی‌فر (Antennifer) می‌باشد. در سخت‌بالپوشان خانواده Scarabaeidae بندهای انتهایی تاژک به صورت ورقه و یا میله‌هایی رشد کرده که مانند بادبزن فرنگی روی هم قرار می‌گیرند. در برخی دیگر از حشرات دو یا سه بند انتهایی متورم و حجیم شده و تشکیل ماسو را می‌دهند؛ مانند سوسک‌های خانواده Scolytidae. در حشرات خانواده Curculionidae و پوستخواران Scolytidae تاژک از دو قسمت فونیکول و ماسو تشکیل شده است.



شکل۱-۱۷: ساختمان عمومی شاخک و قسمت‌های مختلف آن در حشرات

اشکال عمومی شاخک

۱- **شاخک نخی (Filiform)**: در این شاخک، قطر بندها در تمام طول تاژک یکسان است؛ مانند شاخک‌های ملخهای خانواده Acrididae.

۲- **شاخک مویی (Setiform)**: قطر بندهای شاخک از ابتدا تا انتها به تدریج کمتر می‌شود؛ مانند شاخک سوسری‌ها (Blattidae).

۳- **شاخک تسبیحی (Moniliform)**: بندهای تاژک گرد و تقریباً مانند دانه‌های تسبیح می‌باشند؛ مانند شاخک موریانه‌ها (Isoptera).

٤- **شاخک شانه‌ای (Pectinate)**: هر یک از بندهای تاژک در کناره بیرونی خود، دارای زایده شانه مانندی هستند که در مجموع، شاخک شکل شانه را پیدا می‌کند؛ مانند شاخک حشرات نر خانواده Bruchidae، سوسک گوزن‌پرنده (*Lucaneus cervus*).

٥- **شاخک اره‌ای (Serrateus)**: هر یک از بندهای تاژک در یک سوی بیرونی خود، دارای زایده‌ای شبیه دندانه اره است؛ مانند شاخک حشرات Elateridae.

٦- **شاخک سنجاقی (Capitate)**: در این شاخک، چند بند انتهایی رشد زیادی کرده و طوری بهم فشرده شده‌اند که توده متورمی به نام ماسو را به وجود می‌آورند؛ مانند شاخک پروانه‌های روز-پرواز Rhopalocera و سوسک‌های خانواده Scolytidae.

٧- **شاخک چماقی (Claviform)**: در این نوع، تعدادی از بندهای انتهایی شاخک از پایین به بالا به تدریج درشت‌تر شده و به شکل چماق درمی‌آیند؛ مانند شاخک سوسک‌های Cucujidae.

۸- **شاخک زانویی (Geniculate)**: در این تیپ، اولین بند شاخک با پدیسل و دیگر بندهای شاخک تشکیل زاویه می‌دهد؛ مانند شاخک مورچه‌ها و برخی زنبورها.

۹- **شاخک ورقی (Lamellate)**: در این شاخک چند بند انتهایی به شکل صفحه‌هایی رشد کرده و مانند بادبزن فرنگی روی هم قرار گرفته‌اند؛ مانند شاخک حشرات خانواده Scarabaeidae.

۱۰- **شاخک دوکی (Fusiform)**: در این تیپ، بندهای میانی شاخک نسبت به بندهای ابتدایی و انتهایی آن رشد بیشتری کرده‌اند و در نتیجه شکل عمومی شاخک مانند دوک شده است؛ مانند شاخک ملخ‌های Acridella.

۱۱- **شاخک پروش (Plumatae)**: در این شاخک حد فاصل بندها در دو سوی خود مجهز به موهای بلند و انبوه است؛ مانند شاخک پشه‌های نر کولکس، پروانه کرم ابریشم و پروانه پر طاووس گلابی (*Saturnia pyri*).

۱۲- **شاخک مودار (Aristate)**: این تیپ شاخک معمولاً کوتاه بوده و مجموعاً دارای سه بند می‌باشد. بند سوم حامل زایده مو مانندی به نام آریستا است؛ مانند شاخک مگس‌های Muscidae.

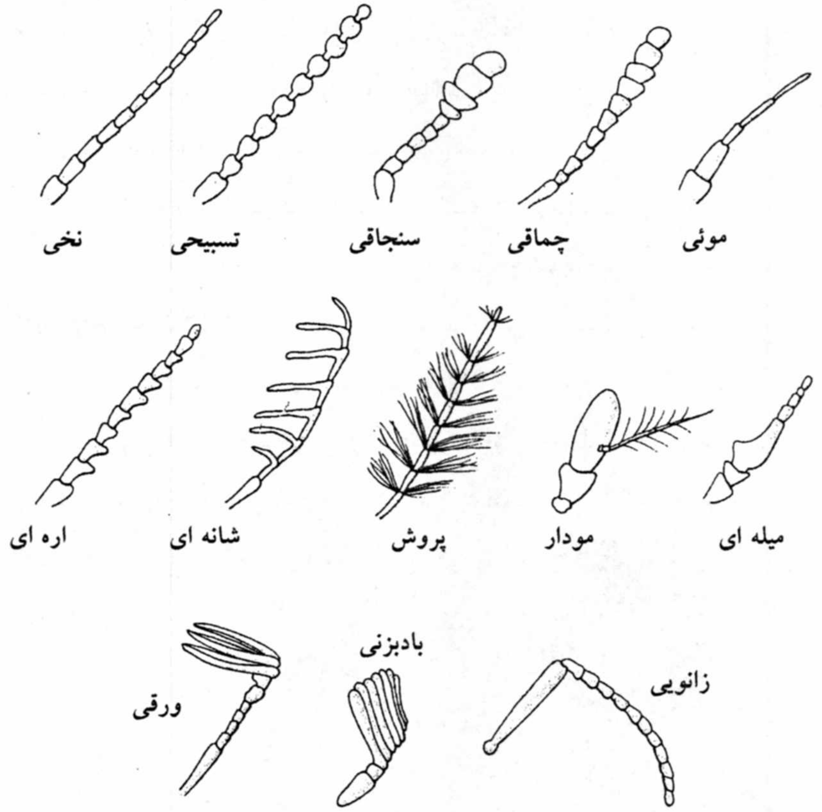
۱۳- **شاخک میله‌ای (Styliform)**: در این شاخک، تعداد بندها مانند شاخک مودار از سه بند تجاوز نمی‌کند، اما بند سوم حامل پیوست میله‌ای شکل می‌باشد؛ مانند شاخک برخی از مگس‌ها.

نقش شاخک در حشرات

شاخک در حشرات دارای وظایف مختلفی از جمله حس لامسه، چشایی و بویایی می‌باشد. در گوشخیزک (*F. auricularia*) وقتی که حشره به طرف جلو حرکت می‌کند، شاخک را جهت لمس کردن به هر طرفی حرکت می‌دهد. حال اگر یکی از شاخک‌های گوشخیزک قطع شود شاخک دیگر را به هر طرفی حرکت خواهد داد. در تعدادی از حشرات از قبیل مورچه‌ها و زنبور عسل، شاخک‌ها دارای اندام حسی چشایی بر روی خود می‌باشند. زنبور عسل و زنبورهای *Vespa* و *Polistes* قادرند به وسیله شاخک‌های خود فرق بین آب معمولی و آب قند را تشخیص دهند. گیرنده‌های حس چشایی در حشرات نام برده بر روی هشت مفصل انتهایی شاخک قرار دارند.

حس بویایی در حشرات منحصراً توسط شاخک‌ها درک می‌شود. نتایج آزمایشات انجام شده روی سوسری *Periplaneta* نشان می‌دهد که این حشره با استفاده از شاخک‌های خود قادر است که بوی پنیر را از فاصله دور درک کند. حال اگر محل قرار گرفتن پنیر را در جهتی تغییر دهیم

سوسری مزبور باز هم قادر است به کمک شاخک‌های خود به محلی که از آن بوی پنیر برمی‌خیزد نزدیک شود. تشخیص بوی واقعی در موریانه ها فقط توسط شاخک‌ها صورت می‌گیرد.

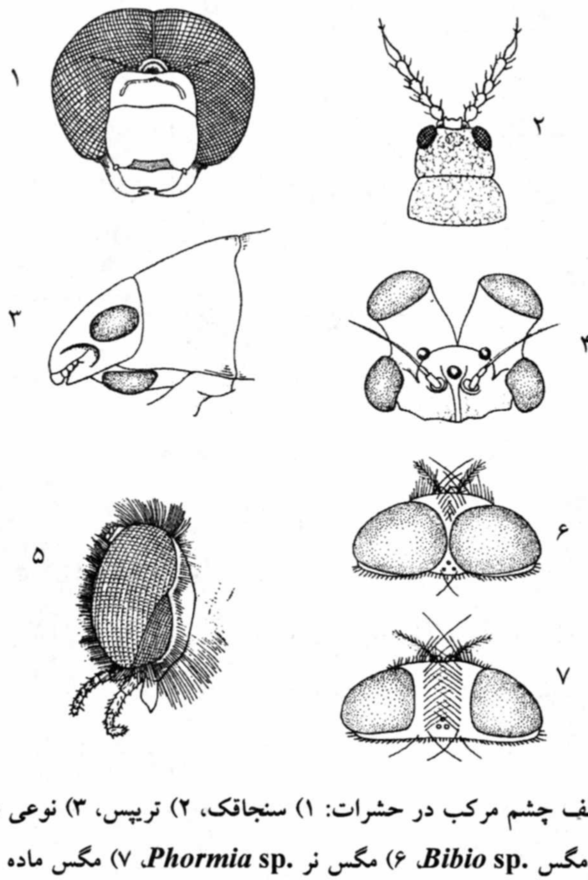


شکل۱-۱۸: انواع شاخک در حشرات

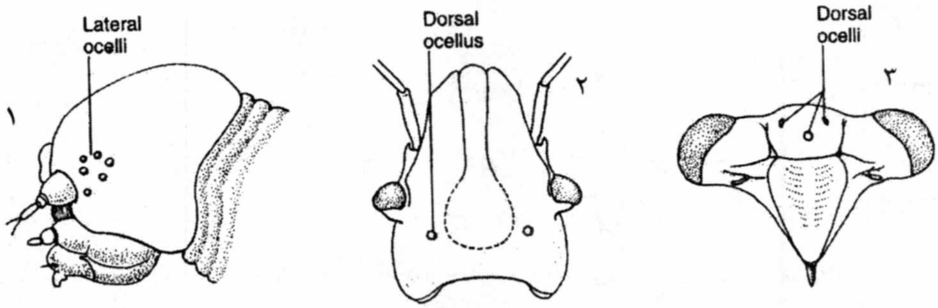
چشم در حشرات

اعضاء بینایی در حشرات شامل چشم‌های مرکب (Compound eyes)، چشم‌های ساده (Ocelli) و استمات‌ها (Stemmata) است. محل قرارگیری چشم‌های ساده به تعداد حداکثر ۳ عدد در فرق سر می‌باشد که یکی در مرکز پیشانی و دو تای دیگر در نزدیک قاعده شاخک‌ها قرار دارند. چشم‌های ساده هم در حشرات کامل و هم در لاروهای با دگردیسی ناقص دیده می‌شود. استمات‌ها چشم‌های ساده‌ای هستند که منحصراً در لاروهای با دگردیسی کامل به تعداد ۱ تا ٦ عدد دیده می‌شوند و در دو طرف سر یعنی در محل چشم‌های مرکب قرار دارند. چشم‌های مرکب اعضای حسی نسبتاً درشتی متشکل از تعداد زیادی اوماتیدی هستند که سطح بیرونی آنها از قرنیه پوشیده

شده است. اوماتیدی موجود در چشم‌های اکثر حشرات روز پرواز عموماً توسط پیگمانهای رنگی احاطه شده‌است و در این قبیل چشم‌ها تنها اشعه‌هایی که به طور عمودی به عدسی چشم برخورد می‌کنند به رابدوم خواهند رسید. اشعه‌های مایل توسط غلاف پیگمان‌دار اوماتیدیوم جذب می‌شوند. این قبیل چشم‌ها، آپوزیسون (Apposition eyes) نامیده می‌شوند. در این قبیل چشم‌ها تصویر اشیاء به صورت مجموعه‌ای موزاییک مانند می‌باشد. در حشرات شب پرواز پیگمان‌های رنگی منحصراً در قسمت قاعده اوماتیدیا مشاهده می‌شوند و اشعه‌های نورانی مایل که به قرنیه داخل می‌شوند قادرند به رابدوم‌های اوماتیدی برسند. این قبیل چشم‌ها به نام چشم‌های سوپرپورسیون (Superposition eyes) خوانده می‌شوند. چشم حشرات نسبت به طول موج‌های بین ۲٥٤۰ تا ٦۰۰۰ آنگستروم حساس است. برخی حشرات قادر به تشخیص رنگ نیستند یا به عبارتی کوررنگ هستند اما برخی دیگر قادر به تشخیص رنگ‌های اشیاء از جمله اشعه فرابنفش می‌باشند. به عنوان مثال زنبور عسل قادر به تشخیص رنگ‌های آبی و زرد است ولی رنگ قرمز را نمی‌تواند ببیند.



شکل ۱-۱۹: انواع مختلف چشم مرکب در حشرات: ۱) سنجاقک، ۲) تریپس، ۳) نوعی سوسک، ۴) یکروزه *Cloeon* sp.، ۵) نوعی مگس *Bibio* sp.، ۶) مگس نر *Phormia* sp.، ۷) مگس ماده *Phormia* sp.



شکل۱-۲۰: چشم ساده و استمات در حشرات: ۱) استمات‌ها (چشم‌های ساده جانبی) در پروانه، ۲) دو چشم ساده در نوعی سن، ۳) سه چشم ساده در نوعی زنجره

خصوصیت عمده چشم در حشرات شفافیت موجود در کوتیکولی است که روی چشم را می‌پوشاند و قرنیه (Cornea) را به وجود می‌آورد. تفاوت سلول‌های حسی چشم‌های حشرات با سایر سنسیلوم‌ها در این است که سلول‌های بینابینی حشرات فاقد زاویه انتهایی و ناحیه گیرنده موجود در هر سلول شامل خطوط باریک موجود بر سطح آن است. نواحی مخطط دو یا چند سلول مجاور معمولاً با یکدیگر اتصال حاصل کرده و رابدوم را به وجود می‌آورند. چشم‌های ساده حشرات دارای یک عدسی قرنیه‌ای (Corneal lens) می‌باشد که برآمده و گنبدی شکل است. در زیر عدسی دو لایه سلولی واقع شده است که عبارتند از لایه سلول‌های سازنده قرنیه (Corneagenous cells) و لایه سلول‌های شبکیه (Retinal cells). در حشرات معمولاً قرنیه ضخیم شده و تشکیل یک عدسی محدب را داده است. سلول‌های سازنده قرنیه، که قرنیه را ترشح می‌کنند شفاف هستند. رابدوم‌های سلول‌های شبکیه در ناحیه خارجی شبکیه واقع شده‌اند و قسمت قاعده‌ای سلول‌های شبکیه معمولاً دارای پیگمان‌های رنگی می‌باشد. فرق چشم‌های ساده دو طرف سر لارو با سلول‌های پشت سر حشرات بالغ در این است که در چشم‌های ساده لاروها یک عدسی بلورین در زیر عدسی قرنیه‌ای قرار دارد. چشم‌های ساده حشرات قادر به درک اشیاء نیستند. بنابراین تصویر اشیاء در آنها تشکیل نمی‌شود بلکه صرفاً جهت اندازه‌گیری شدت نور به کار می‌آیند.

قطعات دهانی

قطعات دهانی حشرات، شامل یک لب بالا (Labrum)، یک جفت آرواره بالا (Mandibulae)، یک جفت آرواره پایین (Maxillae) و یک لب پایین (Labium) می‌باشد. علاوه بر این‌ها، در دهان غالب حشرات عضو دیگری به نام زبان یا زایده لب پایین (هیپوفارنکس) و یک جفت پیوست آن به نام سوپر لینگوئه (Superlinguae) و بالاخره زایده لب بالا (اپی‌فارنکس) نیز وجود دارد.

ساختمان قطعات دهانی در حشرات بر حسب چگونگی تغذیه آنها بسیار متغیر بوده و بر این اساس شامل تیپ‌های زیر می‌باشد:

۱- قطعات دهانی ساینده.

۲- قطعات دهانی ساینده ـ لیسنده.

۳- قطعات دهانی مکنده.

٤- قطعات دهانی لیسنده.

٥- قطعات دهانی زننده ـ مکنده.

الف- تیپ قطعات دهانی ساینده (Chewing)

این تیپ دهانی در حشرات راسته‌های Thysanura، سخت‌بالپوشان، برخی زنبورها، سوسری‌ها، راست‌بالان و غیره دیده می‌شود. ساختمان آن به گونه‌ای است که حشره به وسیله آن‌ها می‌تواند مواد غذایی را بریده و خرد نماید. این تیپ از قطعات زیر تشکیل شده است:

۱- لب بالا: لب بالا در زیر قطعه زیر پیشانی قرار گرفته و به وسیله درز لب بالا از آن جدا می‌شود که در عملیات تشریح، می‌توان با یک سوزن سرنیزه‌ای آن را به راحتی جدا نمود.

۲- آرواره‌های بالا: آرواره‌های بالا که به تعداد یک جفت در طرفین کپسول سر و زیر لب بالا قرار گرفته و به شکل هرم مثلثی می‌باشند عبارت از پیوست‌های محکم و قوی هستند که برای خرد کردن مواد غذایی به کار می‌روند. این آرواره‌ها نه تنها برای گرفتن مواد غذایی از محیط و خرد کردن آنها به کار می روند، بلکه گاهی نیز در کندن زمین یا بریدن پیله شفیرگی مورد استفاده قرار می گیرند. هر آرواره معمولاً از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

۲-۱) آسیا (Mola): قاعده داخلی آرواره بالا را گویند که عمل ساییدن مواد غذایی را به عهده دارد.

۲- ۲) پیش آسیا: بعد از آسیا قرار دارد و مجهز به دندانه است.

۲-۳) لبه برنده: از چندین دندانه تیز و برنده تشکیل شده و عمل بریدن و جدا کردن مواد غذایی را به عهده دارد.

۲-٤) Terebra: بخش انتهایی آرواره که نوک تیز و گاهی دارای چندین دندانه نیز می باشد.

۲-۵) رتیناکل: در بین رأس و آسیا قرار دارد.

۳- آرواره های پایین: هر آرواره پایین در تیپ ساینده، برعکس آرواره‌های بالا از چندین قطعه تشکیل شده که عبارتند از:

۳-۱) پایه (Cardo): شکل عمومی آن بیشتر مثلثی بوده و در قاعده دارای یک برآمدگی به نام مهره مفصل است که به وسیله آن به جمجمه متصل می‌شود.

۳-۲) تنه (Stipe): این قطعه نسبتاً بزرگ و به شکل مستطیل است که به طور عمودی به پایه متصل می شود. تنه حامل دو پیوست مشخص، یکی به نام لبه بیرونی (گالئا) و دیگری لبه درونی (لاسینیا) است. تنه در سمت انتهایی و بیرونی خود دارای اعضاء حسی به نام پالپ است که در مکان برآمده ای به نام پالپیفر به آن وصل می‌شود.

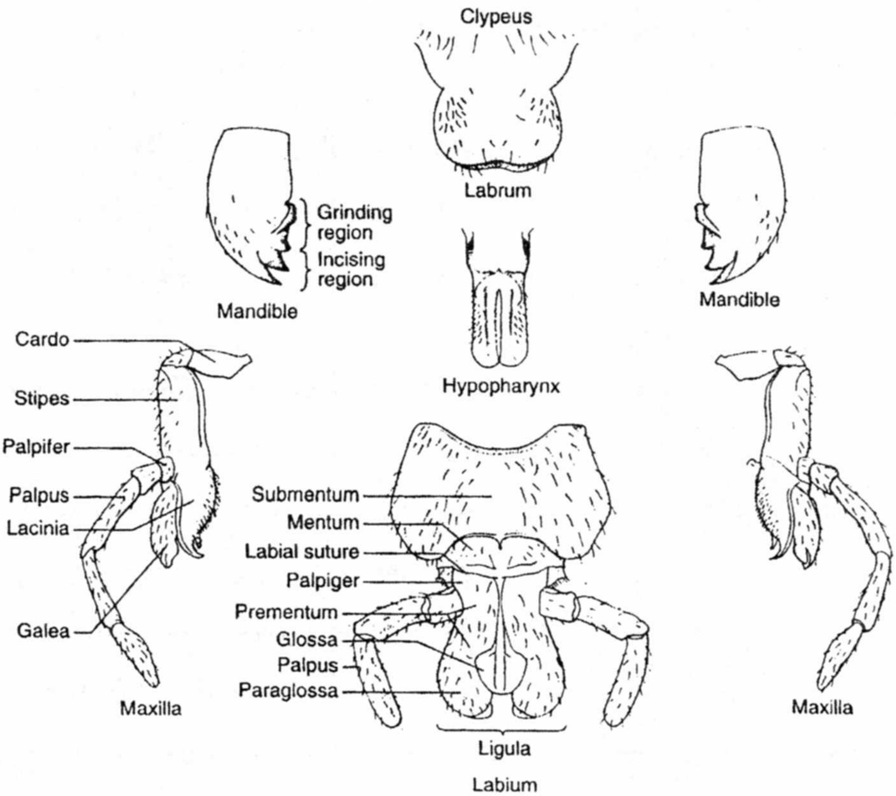
٤- لب پایین: عضو مرکبی است که از چندین قطعه مختلف تشکیل شده است. لب پایین از دو بخش پیش لب و پس لب ساخته شده است. پیش لب بخش انتهایی لب پایین است که متحرک بوده و دارای یک بدنه مرکزی به نام پیش چانه می باشد و بخش پیش چانه حامل یک جفت زبانه کناری (پاراگلوسا)، یک جفت زبانه درونی (گلوسا) و یک جفت پالپ است.

پس لب در حشرات راسته راست‌بالان و غالب سخت‌بالپوشان، از دو اسکلریت چانه (Mentum) و زیر چانه تشکیل شده است.

- زایده لب پایین (هیپوفارنکس): این قطعه در تیپ دهانی ساینده معمولاً عضو گوشتی زبان مانندی است که در کف دهان و زیر گلو قرار گرفته است. هیپوفارنکس حاوی آنزیمهای آنتی کوآگولانت یعنی ضد انعقاد خون می‌باشد و بدین ترتیب در حشرات خونخوار نقش مهمی ایفا می کند.

- زایده لب بالا (اپی‌فارنکس): این قطعه در سطح درونی لب بالا و قطعه زیر پیشانی قرار گرفته است. گاهی نیز جدار درونی لب بالا را اپی فارنکس می‌گویند.

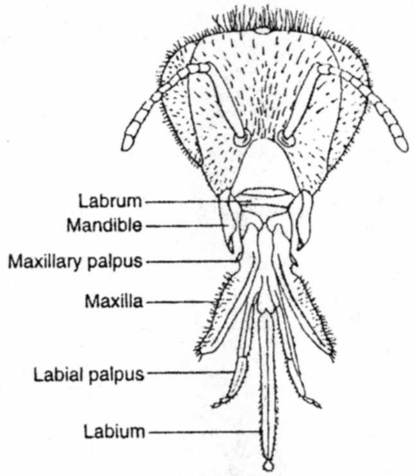
- سوپر لینگوئه (Superlinguae): عبارت از یک جفت زایده دهانی است که در برخی از حشرات چسبیده به هیپوفارنکس دیده می شود.



شکل ۱-۲۱: تیپ قطعات دهانی ساینده

ب- تیپ قطعات دهانی ساینده ـ لیسنده (مختلط) (Chewing- Lapping)

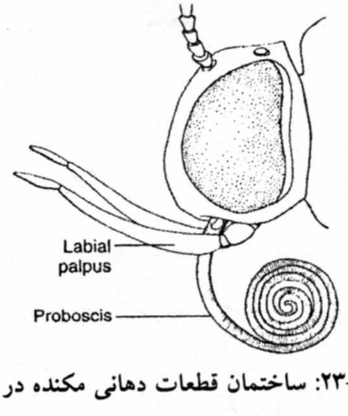
حشرات دارای این تیپ قطعات دهانی می‌توانند هم از مواد غذایی مایع مانند شهد گل‌ها و هم از مواد سخت که نیاز به جویدن دارد استفاده کنند. لب بالا قطعه کوچکی به شکل هلال یا مستطیل باریک واقع در زیر قطعه زیر پیشانی است. آرواره‌های بالا به تعداد یک جفت از نوع ساینده هستند. آرواره‌های پایین در این تیپ دارای تغییراتی بوده، به طوری که پایه (Cardo) طویل و به نسبت کمانی شکل است. تنه (Stipe) قطعه کشیده و ضخیمی می باشد که لبه‌های بیرونی آن به آلت برنده شمشیر مانندی تبدیل شده و لبه‌های درونی از بین رفته است. در محل اتصال لب پایین به سر، قطعه کشیده‌ای به نام لوروم وجود دارد که آرواره‌های پایین را از محل پایه به چانه متصل می‌کند. در زیر لوروم، چانه به شکل مثلث به نسبت کوچکی قرار گرفته است. در این حشرات انتهای زبان به یک عضو متورم، نرم و مودار به نام Flabellum ختم می‌شود که برای لیسیدن و مکیدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تیپ در زنبورهای خانواده Vespidae، Formicidae و Apidae دیده می‌شود.



شکل۱-۲۲: تیپ قطعات دهانی در زنبورعسل (*Apis mellifera*)

پ- تیپ قطعات دهانی مکنده (Sucking)

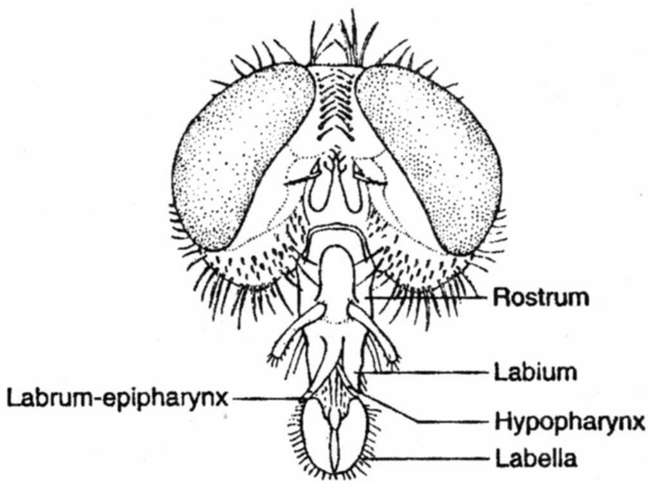
این تیپ برای مکیدن مواد غذایی مایع سازگار شده است. در پروانه‌های عالی، قطعات دهانی دستخوش تغییرات اساسی شده، به طوری که لب بالا به صورت یک نوار باریک عرضی درآمده که در طرفین به دو برآمدگی کوچک مودار که موهای انبوهی از آنها خارج شده، ختم می‌شود. در درون و در وسط لب بالا اغلب بخش غشایی برآمده‌ای که آن را زائده لب بالا (اپی‌فارنکس) به شمار می-آورند دیده می‌شود. در این حشرات اغلب آرواره‌های بالا به کلی از بین رفته است. گالئا رشد فوق العاده‌ای کرده و خرطوم مارپیچی را به وجود آورده است. عمل مکیدن از شهد گلها توسط ماهیچه-های ناحیه گلو (فارنکس) صورت می‌گیرد. لب پایین به شکل صفحه ساده مثلثی و یا به صورت قطعه غشایی است که حامل پالپ‌های پوشیده از موهای متراکم می‌باشد.



شکل۱-۲۳: ساختمان قطعات دهانی مکنده در پروانه‌ها

ت- تیپ قطعات دهانی لیسنده (Lapping)

در این تیپ که در برخی از مگس‌ها دیده می‌شود، لب پایین رشد زیادی کرده و به خرطوم تبدیل شده است که حشره به وسیله آن از مواد مایع و یا مواد جامد قابل حل در آب دهان، ضمن لیسیدن تغذیه می‌کند. خرطوم در مگس‌های خانواده Muscidae، پروبوسیس (Proboscis) نامیده می‌شود که شامل دو بخش به نام‌های روستروم که قاعده خرطوم را تشکیل می‌دهد و به شکل مخروط وارونه و غشایی است و هوستلوم که شامل لب بال و زایده لب پایین می باشد. انتهای خرطوم به لابلوم (Labellum) ختم می‌شود.



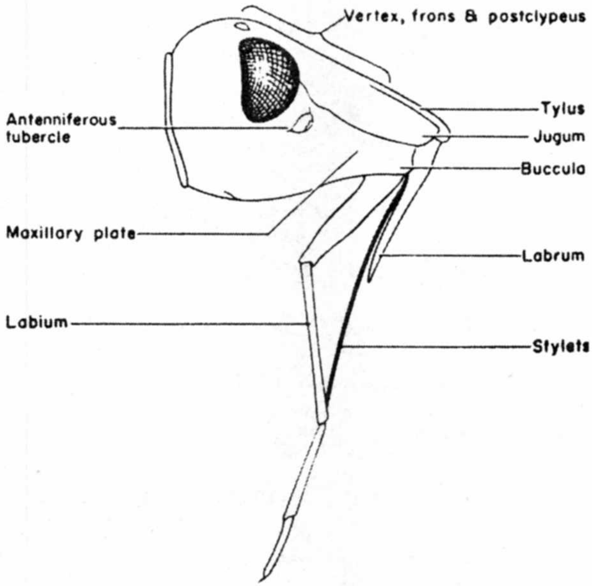
شکل۱-۲۴: قطعات دهانی لیسنده در مگس خانگی (*Musca domestica*)

ث- تیپ قطعات دهانی زننده ـ مکنده

این تیپ قطعات دهانی در حشرات بالا راسته خرطوم‌مفصلی‌ها (Heteroptera)، راسته شپش‌های انسانی (Anoplura) و زیر راسته پشه‌ها (Nematocera) دیده می‌شود.

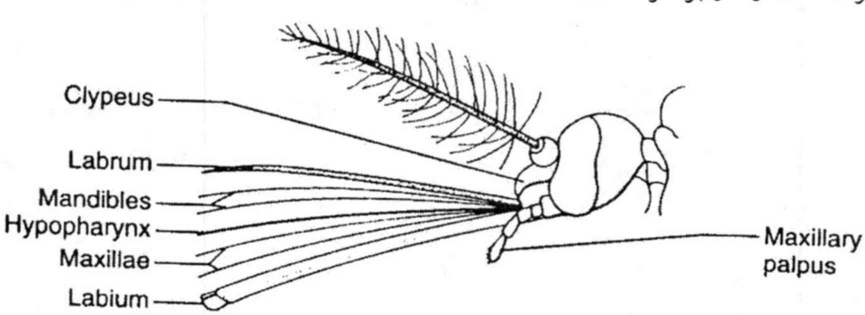
۱- قطعات دهانی در سن‌ها: در این حشرات لب پایین که از ادغام جفت دوم آرواره‌های پایین سخت‌پوستان به وجود آمده تبدیل به خرطوم ۱ تا ٤ بندی شده است. لب پایین دارای شیار طولی عمیقی است که آرواره‌های بالا و پایین به صورت میله‌های طویلی در درون آن قرار می‌گیرند. در تمام خرطوم‌مفصلی‌ها، آرواره‌های بالا و پایین به صورت ٤ میله بلند بهم چسبیده و به صورت یک میله واحد در داخل شیار ناودان مانند لب پایین قرار می‌گیرند. آرواره‌های پایین که به طور کامل به هم چسبیده اند در جهت طولی خود دو مجرای جداگانه به وجود می‌آورند که یکی مجرای غذایی

است که دارای قطر بیشتری بوده و به دهان و گلو متصل می‌شود و دیگری مجرای بزاقی است که معمولاً باریک‌تر بوده و در زیر مجرای غذایی قرار می‌گیرد. لب بالا در این حشرات کوتاه بوده و تنها روی بخشی از شیار خرطوم را می‌پوشاند. در زیر لب بالا، اپی فارنکس دیده می‌شود. هیپوفارنکس نیز کوتاه و نوک تیز بوده و در زیر آرواره‌های پایین قرار گرفته است.



شکل ۱-۲۵: قطعات دهانی در خرطوم‌مفصلی‌ها

۲- قطعات دهانی در پشه‌ها: در پشه ها لب بالا و هیپوفارنکس مجرای غذایی را به وجود می‌آورند. تعداد استایلت‌ها شش عدد می‌باشد که عبارتند از: لب بالا، هیپوفارنکس، یک جفت آرواره بالا و یک جفت آرواره پایین. بزاق از مجرای دورن هیپوفارنکس عبور می‌کند و لب پایین به صورت پوششی سایر قطعات را در بر گرفته است.

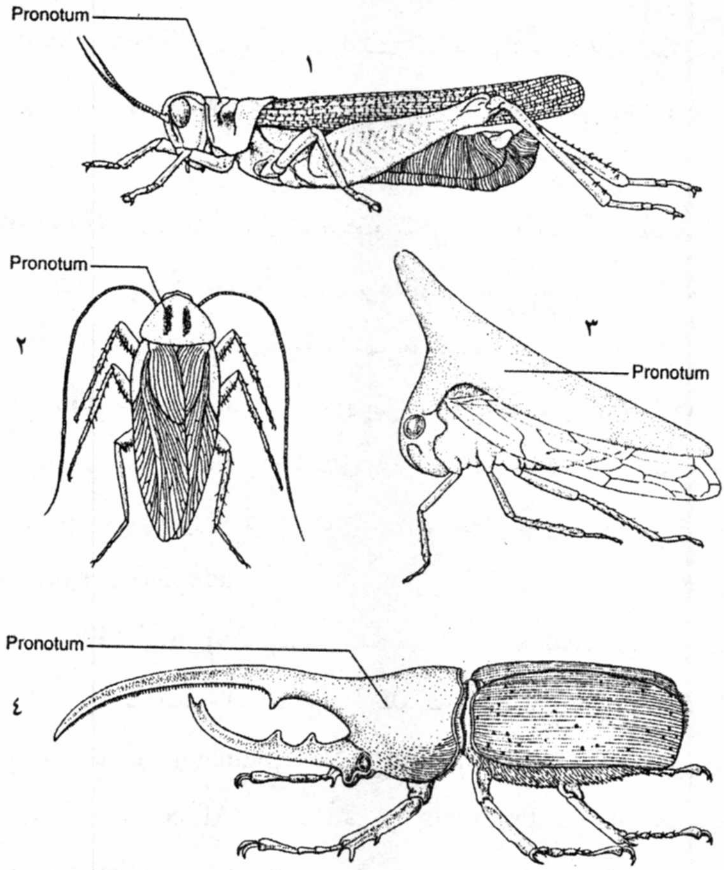


شکل ۱-۲۶: قطعات دهانی در پشه‌ها

قفس‌سینه و پیوست‌های آن

قفس‌سینه دومین بخش بدن حشرات را تشکیل می‌دهد که شامل ۳ حلقه است و ساختمان آن از لحاظ ایجاد سهولت در راه رفتن و پرواز دارای اهمیت ویژه ای است. قفس سینه از جلو به گردن و از عقب به شکم اتصال دارد و از سه حلقه پیش قفس‌سینه (Prothorax)، میان قفس‌سینه (Mesothorax) و پس قفس‌سینه (Metathorax) تشکیل شده است. در حشرات بال‌دار دومین و سومین حلقه قفس‌سینه مجهز به بال می‌باشند. نخستین حلقه یا پیش قفس‌سینه حامل یک جفت پا و همواره بدون بال، و دومین و سومین حلقه هر یک دارای یک جفت پا می‌باشد. در حشرات با پروازهای طولانی و سریع، میان قفس‌سینه به علت رشد فوق‌العاده ماهیچه‌های مربوط با بال‌ها بیش از دو حلقه دیگر بزرگ شده و در حشرات دونده و یا کم پرواز، رشد پیش قفس‌سینه بیشتر از میان قفس‌سینه است. هر یک از حلقه‌های قفس‌سینه از دو نیم حلقه پشتی (گُرده یا Notum) و شکمی (Sternum) و قطعات پهلویی (Pleura) تشکیل شده است. به دنبال هر یک از گُرده‌ها یک پس گُرده (Postnotum) وجود دارد که در اصل همان آکریترژیت (Acritergite) می‌باشد. هر یک از گُرده‌ها از قسمت های پیش گُرده (Prescutum)، سپر (Scutum) و سپرچه (Scutellum) تشکیل یافته، که قسمت سپرچه در برخی حشرات مثل بعضی از سن‌ها رشد زیادی کرده و گاهی تمام شکم را می‌پوشاند. سه نیم حلقه زیرین قفس‌سینه به ترتیب به نام‌های پیش‌سینه (Prosternum)، میان‌سینه (Mesosternum) و پس‌سینه (Metasternum) نامیده می‌شوند و هر یک از آنها به نوبه خود از قسمت‌های Prosternum، Sternellum و Sternum تشکیل یافته اند. در دو طرف هر یک از حلقه‌های میان و پس قفس‌سینه یک جفت روزنه تنفسی وجود دارد و پیش قفس‌سینه در حشرات کامل معمولاً فاقد این روزنه‌ها می‌باشد. گردن (Gervix) که از رشد حلقه‌های لب پایین و پیش قفس‌سینه به وجود آمده بخش غشایی نرم و باریکی است که بین سر و پیش قفس‌سینه قرار دارد و سبب اتصال آنها به یکدیگر می‌شود.

پرونوتوم در حشرات دارای تغییراتی بوده و به اشکال مختلف دیده می‌شود که در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل۱-۲۷: انواع تغییرات پرونوتوم در حشرات: ۱) ***Melanoplus bilituratus*** ۲) ***Blatella germanica*** ۳) ***Thelia bimaculata*** ۴) ***Dynastes hercules***

پا (Leg)

پاها در حشرات، مانند دیگر بندپایان پیوست‌های میان تهی هستند که در قسمت جانبی شکمی و یا به بیان دیگر در حد فاصل دیواره پهلویی و سینه به قفس سینه متصل می‌شوند. هر پا از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

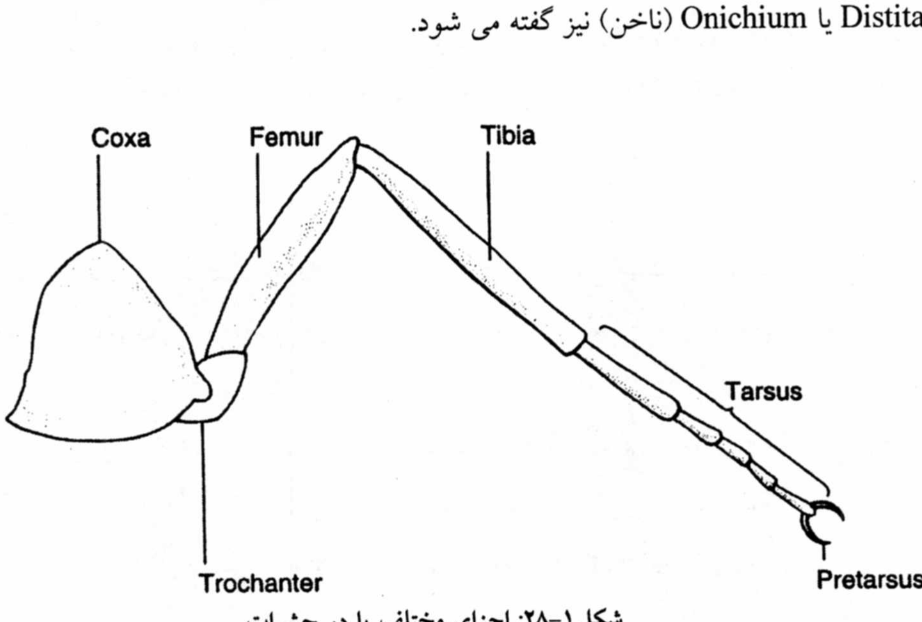
۱- **پیش ران (Coxa)**: پیش ران در حشرات به اشکال بسیار گوناگون مانند مخروط ناقص، بیضی، گرد و غیره دیده می‌شود که در داخل حفره پیش رانی قرار می‌گیرد. شکل پیش ران و حفره آن در حشرات مختلف از نظر رده‌بندی و تشخیص گونه‌ها دارای اهمیت می‌باشند.

۲- پی‌ران (Trochanter): دومین بند پا است که معمولاً متحرک بوده و بین ران و پیش‌ران قرار دارد. شکل پی‌ران نیز در حشرات مختلف، متفاوت بوده و از لحاظ رده‌بندی و تشخیص گونه‌ها دارای اهمیت می‌باشد.

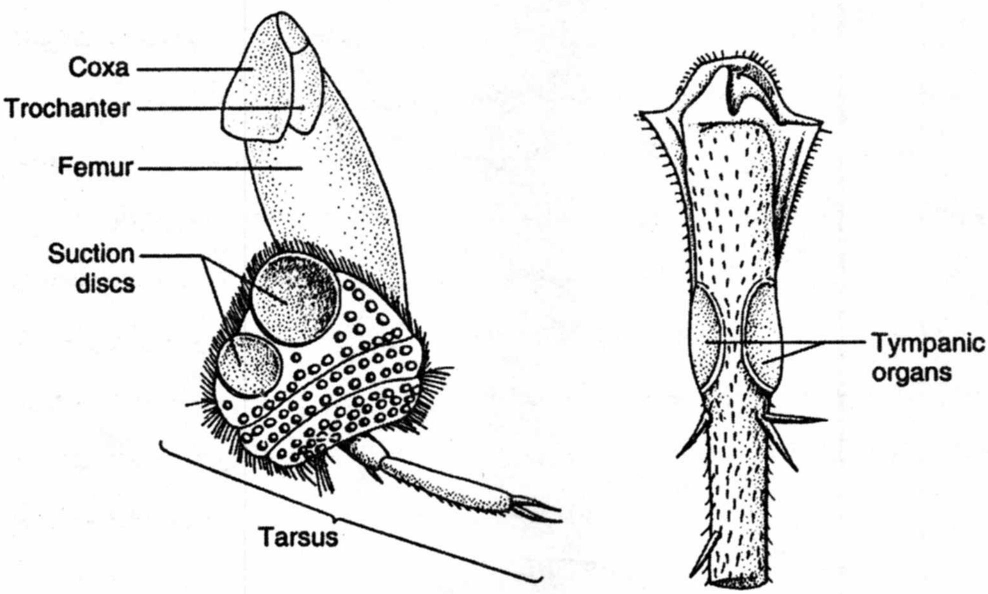
۳- ران (Femur): ران بخش اصلی پا بوده و شکل ران در حشرات مختلف بر حسب شرایط محیط زیست متفاوت است. ران معمولاً دارای موها یا خارهایی است که به طور منظم در جهت طولی آن قرار گرفته و از لحاظ شناسایی گونه ها مهم می‌باشند.

٤- ساق (Tibia): چهارمین بند پا است که بین ران و پنجه قرار گرفته و طول آن معمولاً برابر ران و یا بلندتر از آن می‌باشد. اتصال ران با ساق به وسیله یک یا دو مهره مفصل صورت می‌گیرد. ساق پا اغلب دارای خار و موهای ردیفی است و در انتها مجهز به یک یا چند خار متحرک قوی به نام مهمیز یا اپرون (Eperon) می‌باشد.

۵- پنجه (Tarsus): پنجه قطعه بندبند متحرکی است که تعداد بندهای آن (تارسومر) در حشرات مختلف بین ۱-۵ متغیر است. اولین بند که به ساق پا می‌چسبد Basitarsus یا Metatarsus نام دارد. بند دوم را Metaplanta یا Dactylus می‌گویند. بند سوم معمولاً نام‌گذاری نشده است. بند چهارم را Alluxa و بند آخر را Pretarsus می‌نامند. همچنین به بند آخر Distitarsus یا Onichium (ناخن) نیز گفته می شود.



شکل ۱-۲۸: اجزای مختلف پا در حشرات

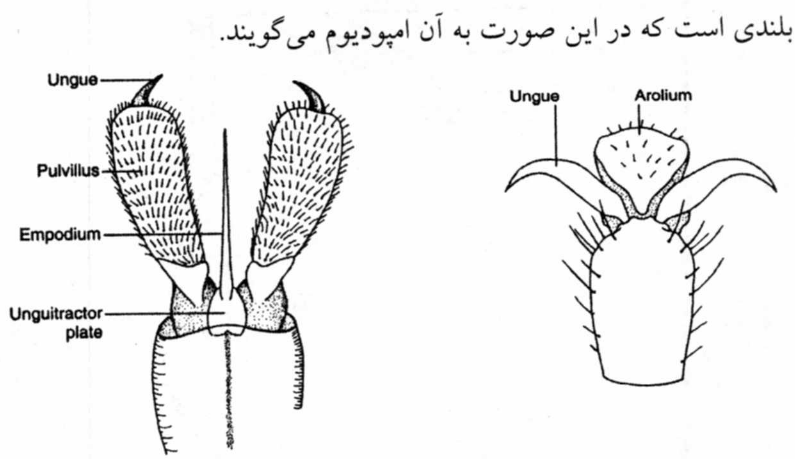


شکل ۱-۲۹: ساختارهای تخصصی در برگیرنده پای حشرات

حشراتی را که تعداد بندهای پنجه آنها در هر سه جفت پا برابر است هم‌پنجه‌داران (Homomere) و اگر این تعداد نابرابر باشد ناهم‌پنجه‌داران (Heteromere) می‌گویند.

سخت‌بالپوشان هم‌پنجه بر حسب آن‌که تعداد بندهای پنجه آنها ۳، ٤ و یا ٥ باشد به ترتیب سه-بندی (تریمر)، چهاربندی (تتراد) و پنج‌بندی (پنتامر) می‌نامند.

در برخی از حشرات مانند مگس‌ها، در زیر هر یک از ناخن‌ها، قطعه نرمی به نام بالشک کناری (Pulvill) و یک زایده میانی به نام آرولیوم (Arolium) دیده می‌شود. زایده میانی گاهی به شکل مو و یا خار بلندی است که در این صورت به آن امپودیوم می‌گویند.



شکل ۱-۳۰: قسمت‌های مختلف پنجه پا در حشرات

تغییرات ساختمانی در پای حشرات

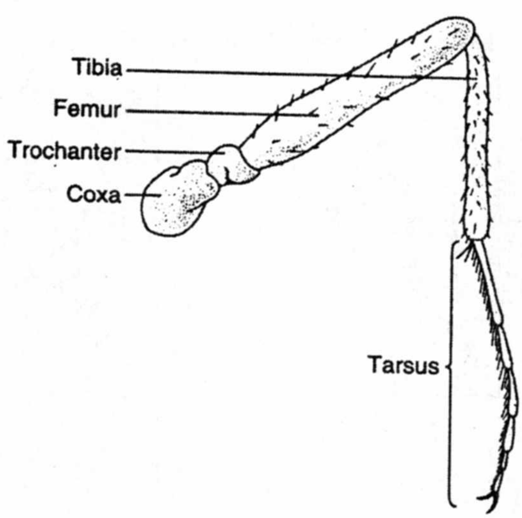
پاهای حشرات بر حسب چگونگی زندگی، عادت، رفتار و همچنین سازش در جهت شرایط مختلف محیط زیست، تغییرات ساختمانی مهمی پیدا کرده‌اند که به شرح زیر می باشد:

۱- پای رونده (Gressorii): در حشرات با این تیپ پا، قطعات مختلف پا شکل طبیعی خود را حفظ کرده ولی ران و ساق پا قوی و پنجه نیز نسبتاً پهن شده است. هنگام راه رفتن، سه پا شامل پای جلویی و عقبی یک طرف و پای میانی طرف دیگر همزمان بلند شده و به جلو کشیده می‌شوند، در حالی‌که سه پای دیگر در روی زمین باقیمانده و سنگینی حشره را تحمل می‌کنند. در مرحله بعدی سه پای اخیر از زمین کنده شده و سه پای اولی در روی زمین باقی می‌مانند. این تیپ پا در سخت-بالپوشان دیده می‌شود.



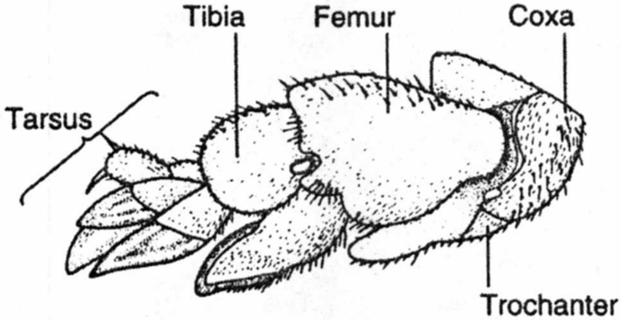
شکل۱-۳۱: ساختمان پای رونده

۲- پای دونده(Cursorii): در این تیپ از حشرات، ران و ساق طویل و باریک شده و پاها برای دویدن مناسب شده‌اند؛ مثل پای سوسری‌ها.



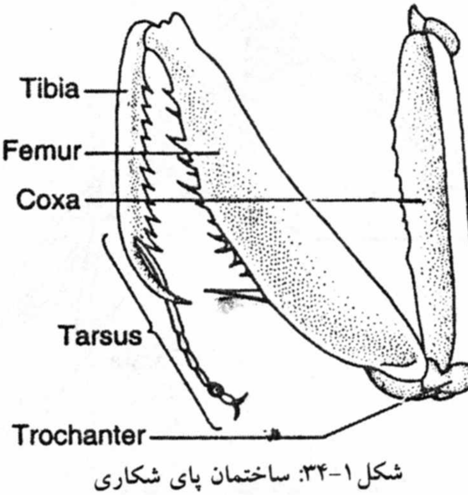
شکل۱-۳۲: ساختمان پای دونده

۳- پای کننده (Fussarii): در این حشرات معمولاً ساق و پنجه جلویی به آلت کندن زمین تبدیل شده‌اند. این گونه پا در سخت‌بالپوشان خانواده Scarabaeidae مانند سوسک مقدس (*Sceurabaeus sacer*) و آبدزدک (*Gryllotalpa gryllotalpa*) دیده می‌شود. در آبدزدک‌ها پاهای جلویی برای کندن دالان‌های زیرزمینی تغییرات ساختمانی مهمی پیدا کرده، به طوری که ران به یک قطعه پهلویی سخت، ساق مجهز به خارهای قوی تیز و پنجه‌های سه‌بندی عموماً برای کندن زمین سازگار شده‌اند.



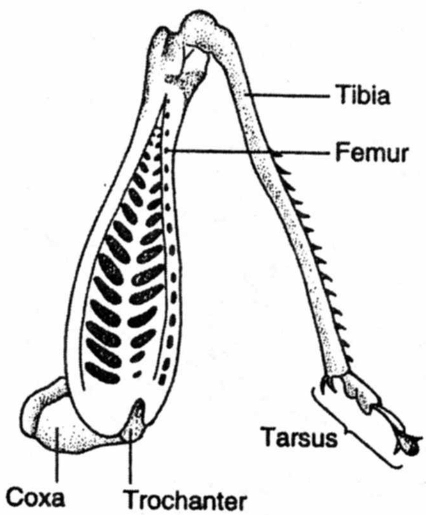
شکل۱-۳۳: ساختمان پای کننده

٤- پای شکاری (Raptatorii): در این حشرات پاهای جلویی دستخوش تغییرات ساختمانی مهمی برای گرفتن شکار یا طعمه شده اند. در پاهای شکاری ران نسبتاً پهن و قوی بوده و در جهت طولی دارای شیاری مانند غلاف چاقو می‌باشد. ساق پا مجهز به دندانه‌ها و خارهای زیادی است که هنگام شکار مانند تیغه چاقو در جهت شیار ران تا می‌شود؛ مانند پاهای جلویی شیخک.



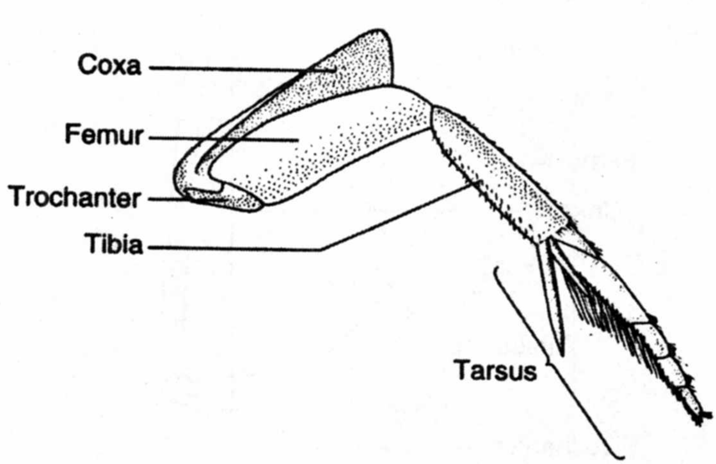
شکل۱-۳۴: ساختمان پای شکاری

۵- پای جهنده (Saltatorii): در این حشرات پاهای جلویی و میانی دارای تیپ طبیعی بوده، ولی ران پاهای عقبی از جهت طول و عرض رشد زیادی کرده و حاوی ماهیچه‌های قوی می‌باشد، به طوری که انقباض ناگهانی این ماهیچه‌ها سبب می‌شود که حشره مسافت قابل توجهی را بجهد؛ مانند ملخ‌ها و سیرسیرک‌ها.



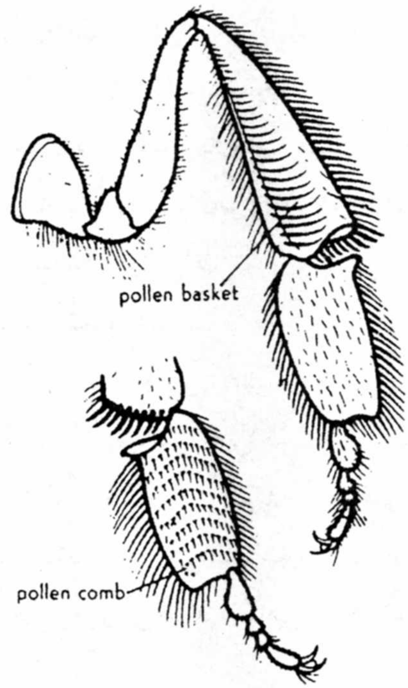
شکل ۱-۳۵: ساختمان پای جهنده

۶- پای شناگری (Natatorii): پاها در حشرات آبزی به شکل پارو درآمده و ران و ساق پهن، طویل و پوشیده از موهای متراکم است. مثل سن‌های آبزی Notonecta و سخت‌بالپوشان خانواده Dytiscidae و Grynidae.



شکل ۱-۳۶: ساختمان پای شناگری

۷- **پای سبدی**: در زنبور عسل کارگر، ساق پاهای عقبی مثلثی شکل و دارای فرورفتگی مختصری است که اطراف آن از موهای بلند پوشیده شده و عضوی به نام سبد را به وجود آورده است. همچنین اولین بند پنجه پای عقبی از طرف داخل به چندین ردیف (در حدود ۱۰ ردیف عرضی) موهای زبر مجهز شده و عضو جمع کننده گرده را تشکیل می‌دهد. زنبور کارگر به وسیله عضو جمع کننده، گرده گل‌ها را جمع‌آوری کرده و سپس آن‌ها را برای انتقال به کندو به سبد پای مقابل منتقل می‌کند.



شکل۱-۳۷: پای عقبی زنبور عسل که برای جمع‌آوری گرده گل به سبد تبدیل شده است

بال (Wings)

هنگام ظهور حشره کامل، بال‌ها به صورت کیسه‌های تا شده و بهم پیچیده‌ای هستند که در اثر فشار خون، به تدریج باز شده و فعالیت خود را آغاز می‌کنند. بال‌ها به طور کلی در حشرات جهت پرواز مورد استفاده قرار می‌گیرند ولی در برخی از حشرات، ساختمان آنها تغییر یافته و برای انجام اعمال دیگری نیز بکار می‌روند. مثلاً در سخت‌بالپوشان *Proculus* برای ایجاد صدا، در دوبالان *Ariasella* به اعضای حسی، و در دوبالان *Amalopteryx* به اعضای حفظ تعادل بدن در هنگام جهش تبدیل شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بال به طور کلی از دو لایه کوتیکول رویی و زیری تشکیل شده است و در درون آن شبکه ای از رگبالها و انشعابات آنها پراکنده شده که سبب استحکام و استقامت آن می‌شوند. رگبال‌های طولی درشت حاوی لوله‌های تنفسی هستند که به طور مستقیم با حفره خونی در ارتباط بوده و گاهی نیز رگ‌های عصبی در درون آن دیده می‌شوند که موها یا فلس‌های موجود در سطح بال را حساس می‌کنند.

حشرات معمولاً دارای دو جفت بال هستند که در طرفین حلقه دوم و سوم قفس سینه به بدن متصل می‌باشند. جفت اول و دوم بال‌ها معمولاً یکسان نیستند، به طوری که بال‌های جلویی در بیشتر موارد بزرگ و قوی بوده و گاهی نیز به شدت سخت شده و بال‌پوش‌ها (Elytra) را به وجود می‌آورند. در راسته سن‌ها فقط بخش قاعده بال‌های جلویی سخت شده و بخش انتهایی حالت غشایی خود را حفظ کرده‌اند که به آنها نیم بال‌پوش (Hemelytre) و گاهی نیز تگمینا می‌گویند. بال‌های عقبی راسته دوبالان، شپشک‌های گیاهی نر و همچنین بال‌های جلویی حشرات نر راسته Sterpsiptera به هالتر یا بالانسیه تبدیل شده‌اند.

سطح بال را می‌توان به بخش‌های جلویی، عقبی و محوری تقسیم نمود. بخش جلویی را که دارای رگ‌های طولی است، رمیژیوم، و بخش عقبی که نرم و تا شونده است را وانوس می‌نامند که این دو قسمت توسط چین وانال از هم جدا می‌شوند. رگبال‌های طولی ممکن است به شاخه‌های متعددی تقسیم شوند. این انشعابات گاهی به حالت شانه‌ای هستند که در این صورت تمام شاخه‌ها در یک‌سوی محور یا رگبال اصلی قرار می‌گیرند و گاهی نیز به صورت دو شاخه‌ای و یا سه‌شاخه‌ای می‌باشند.

رگ‌های طولی بال به قرار زیرند:

۱- **رگ کناری (Costal):** در لبه جلویی بال قرار دارد و معمولاً ساده است.

۲- **رگ زیر کناری (Subcostal):** مقعر و معمولاً ساده است.

۳- **رگ شعاعی (Radial):** معمولاً چند شاخه است.

٤- **رگ میانی (Medial):** ابتدا دو شاخه بوده و گاهی هر یک از شاخه‌ها به چند شاخه ثانوی تقسیم می‌شوند.

٥- **رگ بازویی (Cubital):** معمولاً چند شاخه است.

٦- **رگ‌های عقبی (Anal):** آخرین رگ‌های طولی بال هستند و تعداد آنها متغیر می باشد.

۷- **رگ‌های ژوگال (Jugal)**: بعد از رگ‌های آنال در میدان ژوگال قرار دارند و معمولاً دارای چند رگ هستند.

رگبال‌های عرضی برجستگی‌هایی غشایی هستند که در سطح بال‌ها پراکنده شده‌اند. این رگبال‌ها معمولاً کوتاه بوده و به طور عمود یا مایل در میان رگبال‌های طولی و یا انشعابات آن‌ها قرار می‌گیرند. در باستان‌بالان تعداد آن‌ها خیلی زیاد است، اما برعکس، در نوبالان تعداد آن‌ها اندک بوده ولی در عوض دارای جای مشخصی می‌باشند. رگبال‌های عرضی معمولاً فاقد تراشه، رشته‌های عصبی و موهای حسی هستند. اتصال بال به قفس‌سینه به وسیله اسکلریت‌های مختلف صورت می‌گیرد. این اسکلریت‌ها با قطعات سخت که در حد فاصل قفس‌سینه و بال قرار گرفته‌اند به وسیله پرده نرمی از یکسو به رگبال‌های طولی و از سوی دیگر به بدن وصل می‌شوند.

رگ‌های عرضی بال به قرار زیرند:

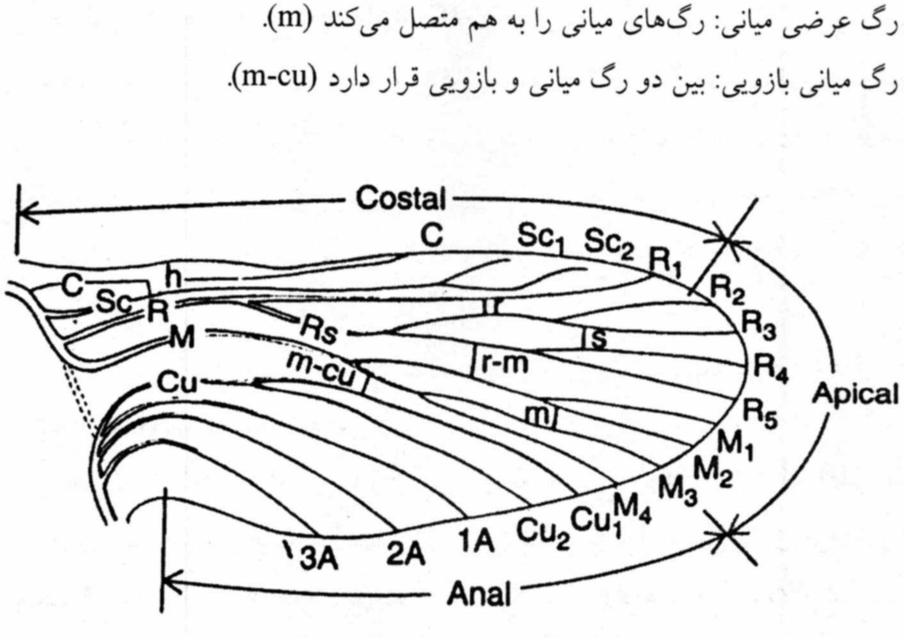
۱- رگ عرضی بازویی: بین رگ‌های کناری و زیر کناری ترکیب به قاعده بال قرار دارد (h).

۲- رگ عرضی شعاعی: رگهای طولی شعاعی را به هم وصل می‌کند (r).

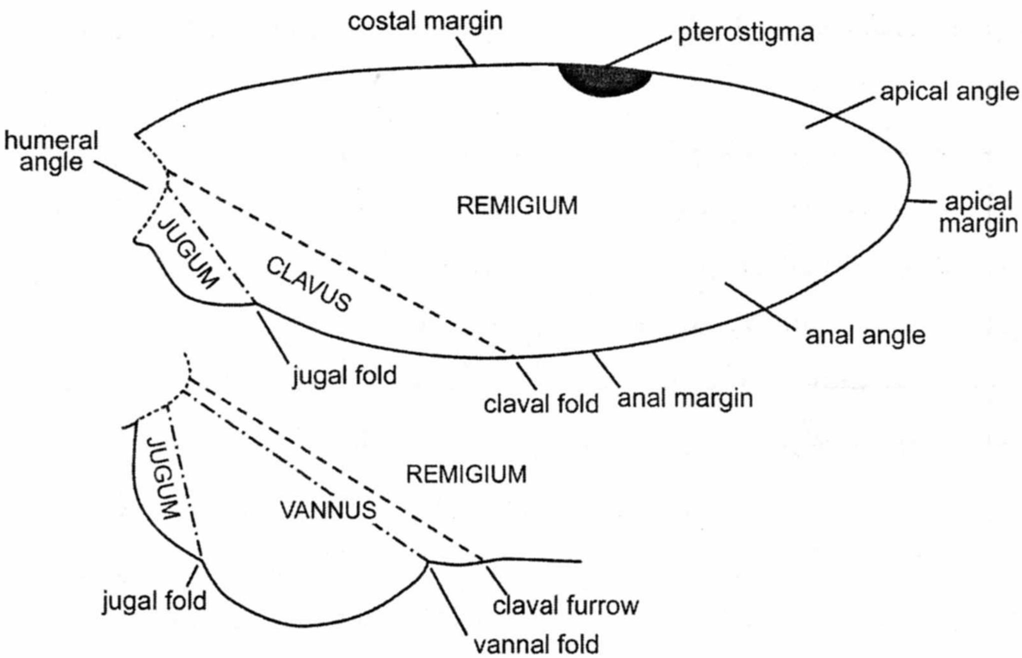
۳- رگ عرضی شعاعی ـ میانی: بین رگ‌های شعاعی و میانی قرار دارد(r-m).

٤- رگ عرضی میانی: رگ‌های میانی را به هم متصل می‌کند (m).

۵- رگ میانی بازویی: بین دو رگ میانی و بازویی قرار دارد (m-cu).



شکل ۱-۳۸: اجزای مختلف بال در حشرات



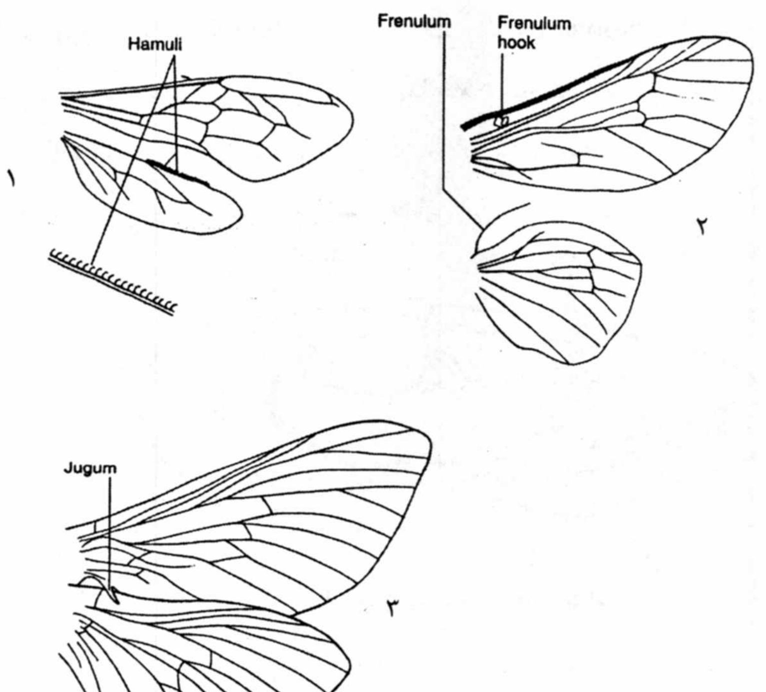
شکل۱-۳۹: نواحی مختلف بال در حشرات: بال جلو (شکل بالا) و بال عقب (شکل پایین)

چگونگی اتصال بال‌ها به یکدیگر (Couplages) در حشرات

در باستان‌بالان (مانند یکروزه‌ها و طیاره‌مانندها) هنگام پرواز، هر یک از بال‌های جلویی و عقبی دو طرف، به طور مستقل عمل می‌کنند، در صورتی‌که در گروه نوبالان، بال‌های جلویی و عقبی هر طرف به وسیله اندام‌های ویژه‌ای به همدیگر متصل شده و به هنگام پرواز با هم و به طور همزمان شروع به فعالیت می‌کنند. ساده‌ترین طرز اتصال بال‌ها در راسته Mecoptera دیده می‌شود. در این حشرات بال جلویی و عقبی یک طرف، هنگام پرواز، در محل کوچکی در ناحیه لبه ژوگال که برجسته و مجهز به موهای زیر ناحیه ژوگال است با لبه بازویی بال عقبی که دارای موهای بلندی به نام ترمز(Frenulum) است اتصال پیدا می‌کنند.

در پروانه‌ها لبه ژوگال بال جلویی دارای زایده‌ای به نام یوغ (Joug) است که اغلب مجهز به یک ردیف موی نسبتاً بلند می باشد. بال عقبی در محل تماس با بال جلویی دارای موهای بلندی به نام ترمز است که به هنگام پرواز کاملاً بهم متصل می‌شوند. در پروانه‌های *Hepialus* لبه جلویی بال عقبی در داخل بریدگی لبه ژوگال بال جلویی قرار گرفته و در نتیجه اتصال کامل صورت می‌گیرد. این‌گونه اتصال را که به وسیله یوغ یا ژوگوم (Jugum) در پروانه‌های زیر راسته = Homoneura

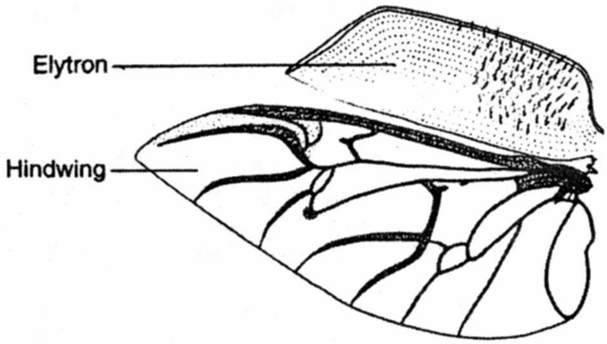
Jugata صورت می‌گیرد، اتصال یوغی یا یوگی می‌نامند. در گروه دیگر پروانه‌ها اتصال بال‌های عقبی و جلویی به وسیله ترمز (Frenulum) و موهای قلاب مانند انجام می‌شود. در این حالت، ترمز بال عقبی در میان موهای قلاب مانند بال جلویی قرار گرفته و سبب همبستگی بالها می گردد. اینگونه جفت شدن بال‌ها در پروانه‌های زیر راسته Frenala = Heteroneura دیده می‌شود که به اتصال ترمزی معروف است. در افراد راسته Homoptera، ، بال عقبی در کنار رگبال کُستال دارای لبه قلاب مانند کوچکی است که هنگام پرواز زایده‌ای از بال جلویی در داخل آن قرار گرفته و سبب بهم پیوستن بال‌ها می‌شود. در شپشک‌های نر، هنگام پرواز، بخش ضخیم و چین خورده قاعده بال جلویی به قسمت انتهایی هالتر متصل می گردد. در زنبورها جفت شدن بال‌ها به وسیله قلاب‌های کوچکی به نام هومولوس (Hamulus) صورت می‌گیرد. این قلاب‌ها که در یک ردیف در کناره جلویی بال عقبی قرار گرفته‌اند هنگام پرواز به شیار طولی بال جلویی قلاب شده و در نتیجه بال‌ها به هم متصل می‌شوند.



شکل۱-۴۰: مکانیسم‌های اتصال بال: ۱) زنبورعسل، ۲) پروانه Psychidae، ۳) پروانه Hepialidae

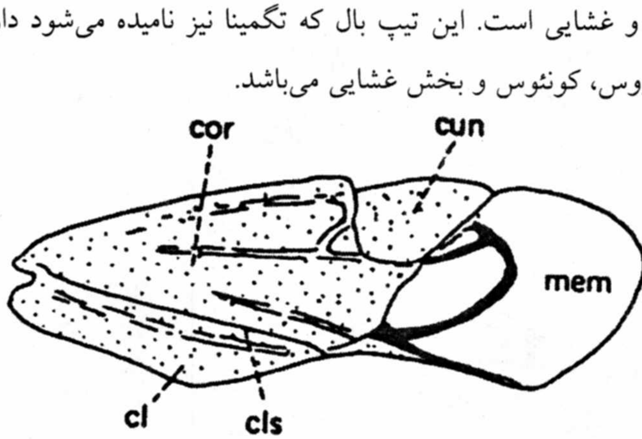
تغییرات ساختمانی بال حشرات

۱- **بال‌پوش (Elytre)**: بال‌های جلویی حشرات گروه نوبالان، اغلب سخت و کتینی شده و بال‌پوش را به‌وجود آورده اند. بال‌پوش‌ها هیچ نقشی در پرواز حشره ندارند و تنها از بال‌های زیری حفاظت می‌کنند. بال‌پوش‌ها را می‌توان در گوشخیزک‌ها، راست‌بالان و سخت‌بالپوشان مشاهده کرد.



شکل ۱-۴۱: بالپوش در حشرات

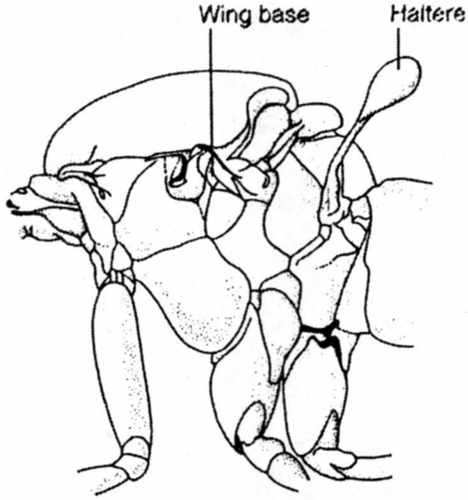
۲- **نیم‌بال‌پوش (Hemelytre)**: در حشرات راسته Heteroptera، بال‌های جلویی از دو بخش متفاوت تشکیل شده اند: بخش قاعده آن‌ها کاملاً سخت و کتینی بنام کوریوم (Corium) و بخش انتهایی آنها نرم و غشایی است. این تیپ بال که تگمینا نیز نامیده می‌شود دارای قسمت‌های کوریوم، آمبولیوم، کلاووس، کونئوس و بخش غشایی می‌باشد.



شکل ۱-۴۲: نیم‌بال‌پوش در حشرات

کوریوم بخش عمده سطح سخت و کوتیکولی بال را تشکیل می‌دهد. آمبولیوم نوار باریکی از کوریوم است که در لبه پیشین نیم‌بال‌پوش برخی از سن‌ها دیده می‌شود. بخش غشایی شامل ناحیه نرم و شفاف نیم‌بال‌پوش است که در آن رگبال‌ها به طور آشکار مشاهده می گردند.

۳- هالتر یا بالانسیه: در دوبالان، بال‌های عقبی بسیار کوچک و تبدیل به اعضای حسی حفظ تعادل بدن هنگام پرواز شده‌اند. هر بالانسینه شامل بخش پایه‌ای پهن به نام اسکابلوم (Scabellum)، بخش میانی به نام ساقه و بخش انتهایی متورم به نام کاپیتولوم (Capitulum) می‌باشد. بالانسیه‌ها علاوه بر دوبالان، در محل بال‌های جلویی حشرات Sterpsiptera و بال‌های عقبی افراد نر شپشک-های گیاهی نیز دیده می‌شوند.

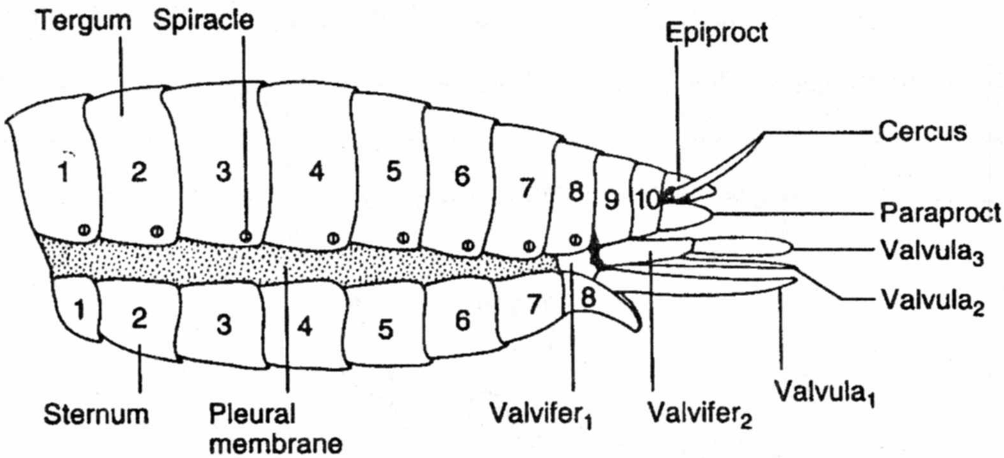


شکل۱-۴۳: هالتر در حشرات

٤- آلولا (Alula): در گوشه عقبی قاعده بال برخی از دوبالان، لبه‌های غشایی شفافی به تعداد یک جفت به نام اسکاماها (Calypterus = Squamae) یا آلولا دیده می‌شود. این اعضای فلس مانند به ویژه در بال مگس خانگی رشد زیادی کرده و به وضوح مشاهده می گردند.

شکم (Abdomen)

شکم، سومین قسمت بدن حشرات است و به اشکال استوانه‌ای، پهن، گرد و یا در طرفین کتابی دیده می‌شود. تعداد حلقه‌های آن از ٦ حلقه، حشرات پست تا ۱۲ حلقه در بالدارها متغیر است. هر حلقه شکمی از دو نیم حلقه پشتی (Tergum) و شکمی (Sternum) تشکیل یافته که به وسیله قطعات پهلویی به هم وصل می‌شوند و منافذ تنفسی در این قطعات قرار دارند. در بیشتر حشرات، اولین حلقه شکم به ویژه استرنیت آن از بین رفته و یا بی‌اندازه کوچک شده است.



شکل ۱-۴۴: قسمت‌های مختلف شکم حشرات

در زنبورهای زیر راسته Apocrita حلقه‌های اول و دوم شکم تبدیل به ساقه شده و شکم ساقه‌دار را به وجود می‌آورند. تعداد حلقه‌های شکم معمولاً ۱۱ عدد است، با وجود این در همه حشرات این تعداد دیده نمی‌شود، چنان‌که در گروهی از حشرات در اثر ادغام حلقه‌ها در یکدیگر ۱۰ و در گروه دیگر ۹ یا ۸ حلقه بیشتر قابل تشخیص نیست. ضمائم شکم در حشرات بی‌بال شامل استیلی و نیز ضمائم دیگری می‌باشد.

به طور کلی حلقه‌های شکم بر حسب محل قرار گرفتن سوراخ تناسلی و پیوست‌های مربوط به آن به سه بخش زیر تقسیم می‌شوند:

۱- **بخش پیش تناسلی:** این بخش شامل حلقه‌های اول تا هشتم می‌باشد که به استثنای برخی از بی‌بالان معمولاً ساده و بدون پیوست است.

۲- **بخش تناسلی:** این بخش شامل حلقه‌های ۸ و ۹ بوده که سوراخ‌های تناسلی نر و ماده و همچنین پیوست‌های تناسلی روی آنها قرار می‌گیرند.

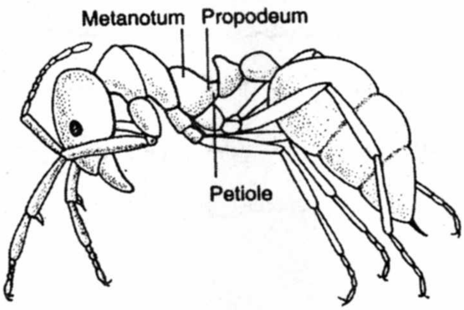
پروانه‌ها بر حسب چگونگی قرارگیری سوراخ‌های تناسلی روی حلقه‌های شکم، به سه تیپ تقسیم می‌شوند:

الف- Monotrysien: در این تیپ انتهای دستگاه تناسلی و گوارشی در داخل بدن به حفره‌ای به نام Vestibulum ختم شده و سپس به وسیله یک منفذ مشترک به بیرون راه پیدا می‌کند. در این

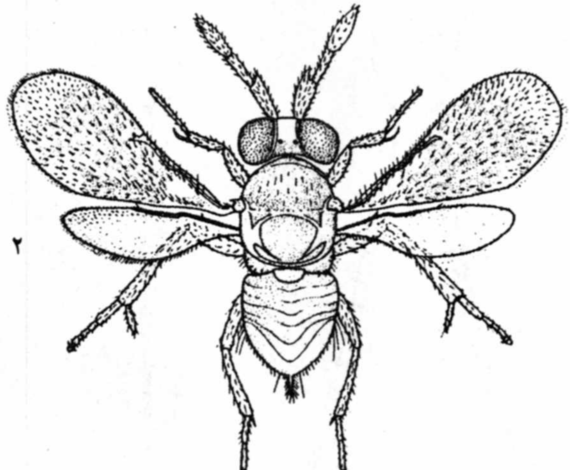
حشرات سوراخ تخم و جفت‌گیری یکی شده است؛ مانند Monotrysia، Micropterygidae و Eriocranidae.

ب- Exoporien: در این تیپ کیسه جفتگیری از دستگاه تناسلی جدا شده و به وسیله سوراخ جداگانه جفت‌گیری به بیرون باز می‌شود. سوراخ تخم در کنار سوراخ جفت‌گیری، هر دو در زیر حلقه ۹ شکم قرار می‌گیرند. این حالت در پروانه‌های خانواده Hepialidae دیده می‌شود.

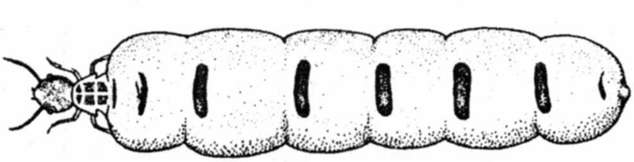
۱



۲



۳

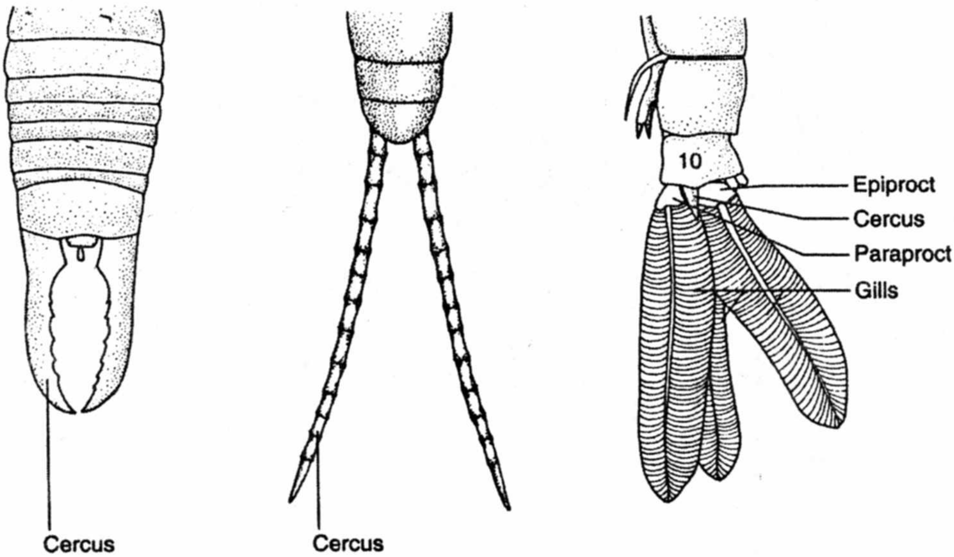


شکل۱-۴۵: انواع تغییرات شکم در حشرات: ۱) مورچه، ۲) زنبور پارازیتوئید، ۳) ملکه موریانه

ج- **Ditrysien**: در این پروانه‌ها دستگاه تناسلی دارای سوراخ تناسلی بوده که هر یک روی حلقه جداگانه ای قرار دارند. سوراخ تخم روی استرنیت ۹ و سوراخ جفت‌گیری روی استرنیت ۸ و یا در حد فاصل استرنیت ۷ و ۸ واقع شده‌اند. این تیپ در بیشتر پروانه‌ها دیده می‌شود مانند Dytrisia.

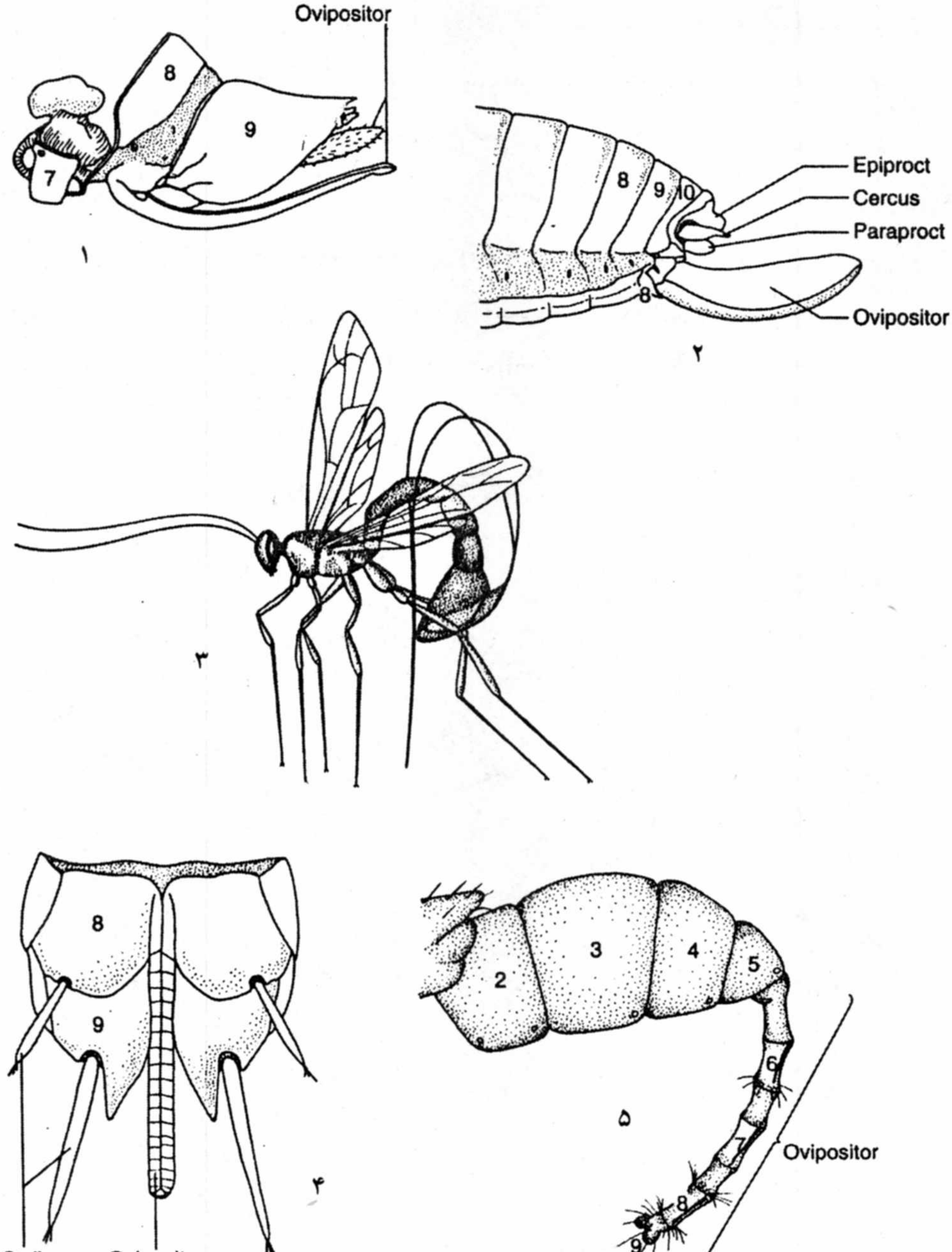
۳- **بخش پس تناسلی**: شامل حلقه‌های ۱۰، ۱۱ و تلسون است. حلقه دهم در بیشتر حشرات وجود داشته و به طور معمول با حلقه ۱۱ درهم آمیخته است.

در بیشتر حشرات در دوران جنینی، هر یک از حلقه‌های شکم دارای یک جفت پیوست بوده که در دوران بلوغ معمولاً در حلقه‌های پیش تناسلی ناپدید و در حلقه‌های تناسلی تبدیل به اعضای تولید مثلی خارجی (ژنیتالیا) شده و بالاخره در حلقه‌های پس تناسلی اعضای حسی مانند دنباله‌ها (سرسی) را به وجود می‌آورند.



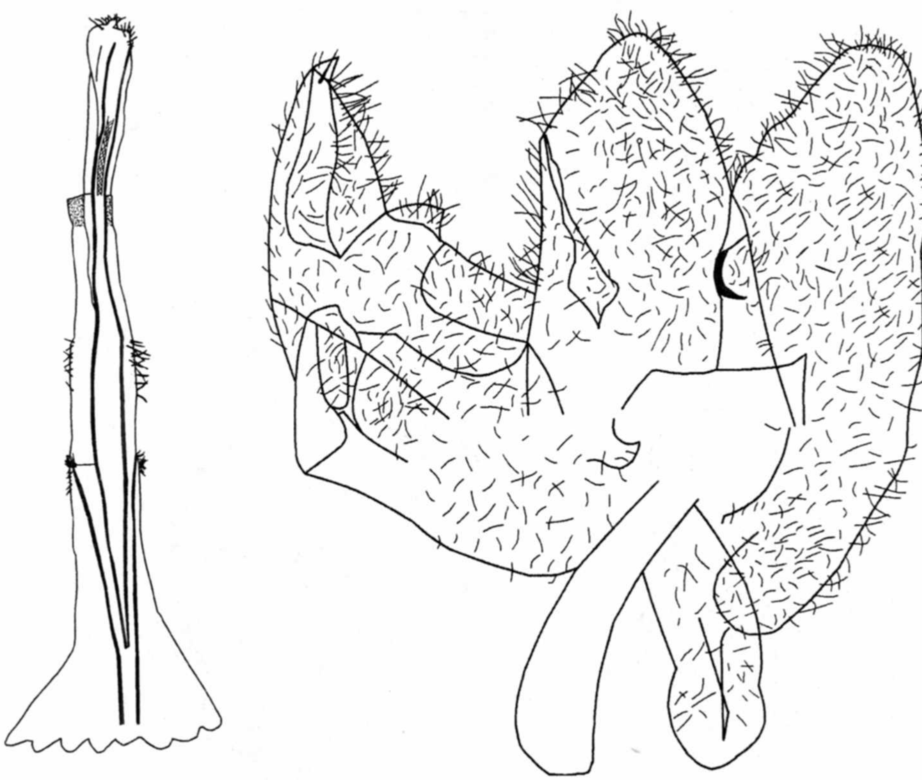
شکل ۱-۴۶: تغییرات بندهای انتهایی شکم در حشرات

تخمریز از تغییرات ساختمانی آخرین حلقه بدن به وجود آمده که هنگام استراحت مانند لوله‌ای در حلقه‌های پیشین فرو رفته و هنگام تخمریزی به بیرون رانده می‌شود.



شکل ۱-۴۷: انواع تخمریز در حشرات: ۱) ***Magicicada septendecim*** ۲) ***Scudderia* sp.** ۳) ***Megarhyssa lunator*** ۴) ***Thermobia domestica*** ۵) بند انتهایی تلسکوپی شکم مگس خانگی

ژنیتالیا یا پیوست‌های بیرونی دستگاه تناسلی در حشرات ماده مربوط به حلقه‌های هشتم و نهم شکم هستند که اطراف سوراخ تناسلی واقع در میان این حلقه‌ها را پوشانیده و عضو تخمریز را به وجود آورده اند. حشره ماده با این آلت تخم‌های خود را درون بافت‌های گیاهی، خاک و یا داخل بدن حشرات و دیگر جانوران قرار می‌دهد. تخمریز به طور کلی از سه جفت تیغه، شامل تیغه‌های زیری یا جلویی مربوط به حلقه هشتم، تیغه‌های بالایی یا جانبی و تیغه‌های داخلی یا عقبی مشتق از حلقه نهم تشکیل شده است. ژنیتالیا در حشرات نر معمولاً به حلقه نهم شکم مربوط می گردد. آلت جفتگیری به طور کلی پنیس یا فالوس (Penis = Phallus) نامیده می‌شود.



شکل ۱-۴۸: ژنیتالیای کرم سیر، *Dyspessa ulula*: نر (راست) و ماده (چپ)

فصل دوم

طبقه‌بندی حشرات و معرفی خانواده‌های مهم

مقدمه

حشرات به دو گروه بی‌بالان (Apterygota) و بالداران (Pterygota) طبقه‌بندی می‌شوند. حشرات بی‌بال شامل ٤ راسته می‌باشند. حشرات بی‌بال به دو دسته انتوگنات و اکتوگنات تقسیم می‌شوند. هر دو دسته دارای دگردیسی ساده می‌باشند. گرچه برخی از حشرات بال‌دار نیز در مرحله بلوغ فاقد بال هستند لیکن در واقع می‌توان گفت که آن‌ها دارای بی‌بالی ثانویه می‌باشند. علت نامیدن سه راسته Protura ،Diplura و Collembola به عنوان انتوگنات به خاطر این است که قطعات دهانی آنها کم و بیش به داخل سر کشیده شده‌اند و قسمت‌های جانبی کپسول سر به طرف قسمت شکمی سر گسترش یافته و با جوانب لب پایین و لب بالا جوش خورده است تا کیسه‌ای را به وجود آورد که در داخل آن آرواره بالا و پایین جای می‌گیرند. علاوه بر این در این ۳ راسته حلقه‌های فلاژلوم شاخک دارای ساختمان ماهیچه‌ای می‌باشد. حشرات بال‌دار نیز بر حسب فرم دگردیسی آن‌ها به دو گروه با دگردیسی تدریجی و ناقص (Exopterygote) و با دگردیسی کامل (Endopterygote) تقسیم می‌شوند.

الف- زیر رده بی‌بالان (بدون دگردیسی):

راسته Thysanura: دم موییها Silverfish

راسته Diplura: دم چنگالان Two pronged Bristletailes

راسته Protura: بی‌شاخکان Proturans

راسته Collembola: پادمان Springtails

ب- زیر رده بال‌داران (با دگردیسی ناقص):

راسته Ephemeroptera: یکروزه‌ها Mayflies

راسته Odonata: سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها Dragon and Damsels

راسته Grylloblattodea: حشرات خاکستری کوه‌های آمریکا

راسته Plecoptera: بال‌چین‌خورده‌ها Stone flies

راسته Orthoptera: راست‌بالان Grasshoppers

راسته Phasmidae: چوبک‌ماندها Stick Insects

راسته Dermaptera: گوشخیزک‌ها Earwing

راسته Embioptera: تارپاها Web spinners

راسته Blattaria: سوسری‌ها Roaches

راسته Mantida: شیخک‌ها Mantids

راسته Isoptera: موریانه‌ها Termites

راسته Zoraptera: حشرات کوچک که محل طبقه بندی آن‌ها از نظر تکامل مشکوک است.

راسته Psocoptera: شپش کتاب Book and Bark Lice

راسته Mallophaga: شپش پرندگان Biting Lice

راسته Anoplura: شپش انسان Sucking Lice

راسته Homoptera: شته‌ها Aphids

راسته Heteroptera: سن‌ها True bug

راسته Thysanoptera: تریپس‌ها یا بال‌ریشکداران Thrips

ج- زیر رده بالدارن (با دگردیسی کامل):

راسته Neuroptera: بالتوری‌ها .Lacewing etc

راسته Mecoptera: منقارسران Scorpion flies

راسته Lepidoptera: بالپولکداران Butterflies and Moths

راسته Trichoptera: بال‌موداران Caddis flies

راسته Diptera: دوبالان True flies

راسته Hymenoptera: بال‌غشاییان Ants, Bees and Wasps

راسته Spiphanoptera: کک‌ها Fleas

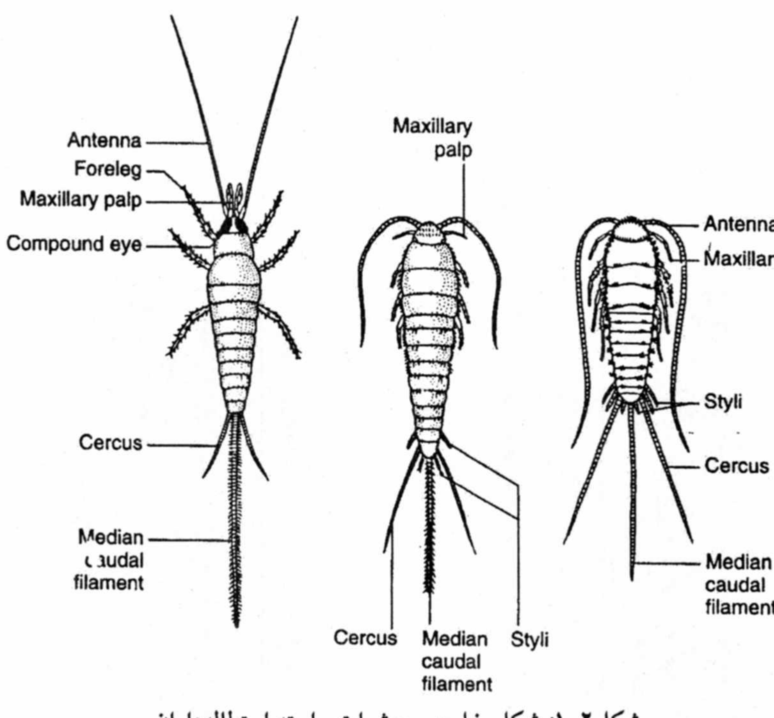
راسته Coleoptera: سخت‌بالپوشان Beetles

راسته Strepsiptera: بال تاب‌خورده‌ها Stylops

راسته استطاله‌داران یا ماهی‌نقره‌ای‌ها، Thysanura

نام انگلیسی: 3-Pronged Bristle or Silverfish

حشراتی بی بال و ابتدایی، با جثه کوچک، بدن نسبتاً دراز و کم و بیش پهن، لخت و یا پوشیده از فلس می‌باشند. شکل عمومی آن‌ها شبیه هویج بوده ولی پهن می‌باشند. پوست بدن نرم بوده و دگردیسی در آن‌ها ابتدایی است. قطعات دهانی ساینده و آرواره‌های پایین طویل می‌باشند. شاخک‌ها دراز و دارای مفاصل زیادی بوده، چشم‌های مرکب به خوبی رشد یافته و گاهی نیز بسیار کوچک شده و یا کاملاً از بین رفته‌اند. دارای چشم‌های ساده و یا فاقد آن می‌باشند. پنجه‌ها ۳-۵ بندی بوده که به ۲-۳ ناخن منتهی می‌شوند. شکم متشکل از ۱۱ حلقه ولی بیش از ۱۰ حلقه قابل رؤیت نیست. وجود یک جفت سرسی در انتهای شکم و در مابین سرسی‌ها یک پیوست رشته‌ای دم مانند وجود دارد. طول این پیوست به اندازه سرسی و یا درازتر از آن‌ها می‌باشد. این حشرات به طور کلی در میان برگ‌های خشک و یا تر به زمین ریخته شده، در سطح خاک، در زیر سنگ‌ها و صخره‌سنگ‌ها، در داخل درز و شکاف موجود در محل‌های مختلف، در زیر پوسته درختان، در داخل مواد آلی و گاهی نیز در داخل لانه مورچه و موریانه ها یافت می‌شوند. این راسته دارای خانواده‌های Lepidotrichidae، Lepismatidae و Nicolletidae می‌باشد.

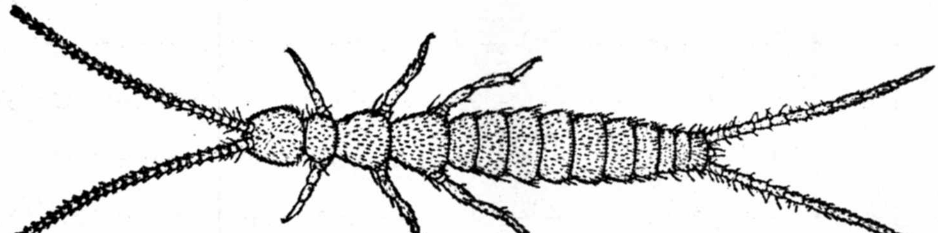


شکل۲-۱: شکل خارجی حشرات راسته استطاله‌داران

راسته دم‌چنگالان، Diplura

نام انگلیسی: 2- Pronged Bristletails

افراد این راسته خیلی شبیه به افراد راسته استطاله‌داران بوده و با بدنی پهن، به رنگ مایل به سفید و یا زرد روشن و فاقد چشم‌های مرکب و ساده می‌باشند. مهم‌ترین مشخصه آن‌ها فرو رفتن قطعات دهانی در داخل کپسول سر می‌باشد. بدن به طول ۲-۸ میلیمتر، نسبتاً دراز و به شکل استوانه‌ای، فاقد فلس، به رنگ روشن، با قطعات دهانی ساینده، شاخک‌ها طویل و متشکل از مفاصل زیاد می‌باشند. شاخک‌ها دارای ۲۰-۴۰ مفصل و یا بیشتر، سر بزرگ و عریض‌تر از قفس‌سینه است. پنجه‌ها یک بندی و منتهی به دو ناخن، شکم متشکل از ۱۰ حلقه که ۷ حلقه ابتدایی آن دارای زوائد کوتاه و استیلی می‌باشند. سرسی دراز و شکم فاقد رشته دم مانند می‌باشد. افراد این راسته اکثراً محل‌های مرطوب را ترجیح می‌دهند و در زیر برگ‌های به زمین ریخته شده، خش و خاشاک، سنگ و یا پوسته درختان و نیز در داخل خاک‌های غنی از هوموس یافت می‌شوند. آن‌ها از مواد گیاهی، قارچ‌ها و غیره تغذیه می‌کنند. این راسته دارای خانواده‌های Campodeidae، Procampodeidae و Anajapygidae می‌باشد.



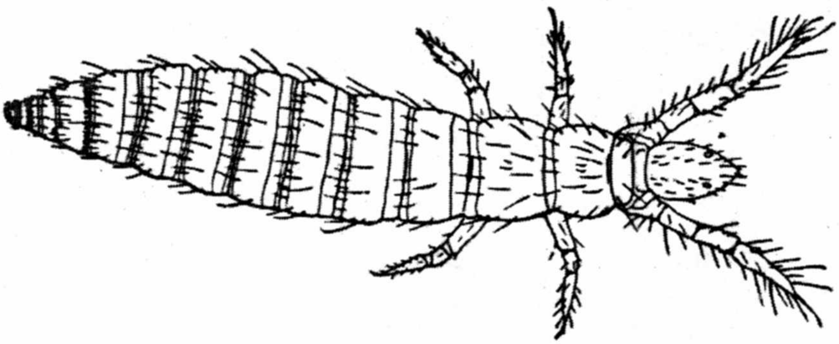
شکل۲-۲: شکل خارجی حشرات راسته دم‌چنگالان

راسته بی‌شاخکان، Protura

نام انگلیسی: Proturans

حشراتی ریز، استوانه‌ای شکل، شبیه کرم کوچک، به رنگ مایل به سفید، بدن دارای قابلیت ارتجاعی بوده و بدون بال می‌باشند. طول بدن ۰/۵-۲/۵ میلیمتر، سر گلابی شکل که به سمت جلو به تدریج باریک‌تر می‌شود. فاقد شاخک و چشم‌های مرکب می‌باشند. قطعات دهانی زننده ـ مکنده که در داخل کپسول سر فرو رفته است. پاهای جلویی طویل‌تر از سایرین بوده و به ندرت در راه رفتن استعمال می‌شوند و حشره اکثراً از پاهای وسطی و عقبی در راه رفتن استفاده می‌کند. پنجه‌ها یک

بندی و منتهی به یک ناخن است. شکم بسیار طویل و به شکل استوانه‌ای است. شکم در انتها به یک تلسون ختم می‌شود. این راسته دارای خانواده‌های Eosentomidae، Protentomidae و Acerentomidae می‌باشد.



شکل۲-۳: شکل خارجی حشرات راسته بی‌شاخکان

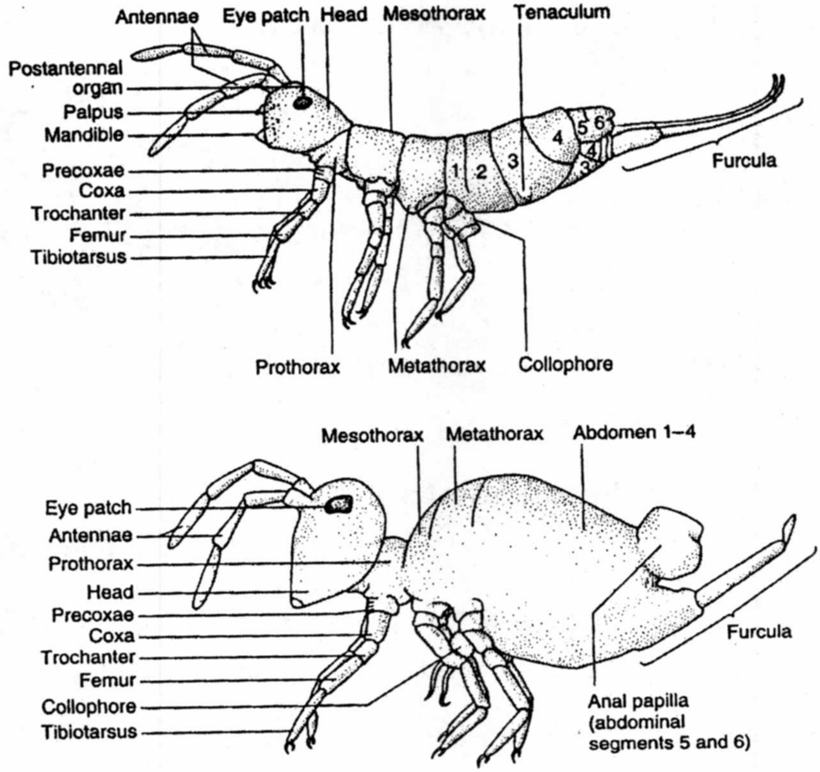
راسته پادمان یا دم فنری‌ها، Collembola

نام انگلیسی: Snowfleas, Springtails

طول بدن کمتر از ٥ میلیمتر بوده و معمولاً نیز ۱-۲ میلیمتر می‌باشد. شکل عمومی بدن مایل به استوانه‌ای یا نسبتاً کروی شکل می‌باشد. بدن اکثراً به رنگ تیره مات، بعضی از آن‌ها نیز به رنگ‌های سبز کثیف و یا مایل به زرد بوده و در روی بدن لکه یا نوارهای تیره رنگ قرار دارد. سر در اغلب گونه‌ها پروگنات و در بعضی نیز هیپوگنات است. قطعات دهان در داخل کپسول سر مخفی می‌باشند. از مهم‌ترین علامت مشخصه این راسته ساینده بودن قطعات دهان است، به طوری‌که آرواره‌های بالا و پایین به خوبی رشد کرده‌اند. آن‌ها فاقد چشم‌های مرکب بوده و یا اکثراً به جای آن‌ها گروهی متشکل از ۸ اوماتیدی و یا کمتر وجود دارد. فاقد چشم‌های ساده حقیقی می‌باشند. شاخک‌ها معمولاً ٤ و به ندرت نیز ٥ و یا ٦ مفصلی هستند. قفس‌سینه حاوی ۳ جفت پا بوده ولی پنجه‌ها فاقد بندهای جدا از هم می‌باشند. پنجه با ساق یکی شده و به نام Tibiotarsus خوانده می‌شود که منتهی به یک جفت ناخن است. شکم متشکل از ٦ حلقه بوده و عموماً دارای ۳ عدد پیوست به نام‌های لوله شکمی، تناکولوم و اندام جهنده دو شاخه‌ای شکل یا فورکول‌ها می‌باشد که به ترتیب در حلقه‌های اول، سوم و چهارم شکم قرار دارند و اکثر گونه‌های این راسته قابلیت جهیدن دارند. گونه‌های پادمان اکثراً در خاک‌های غنی از هوموس زندگی کرده و بعضی از گونه‌های آن نیز در داخل باقیمانده‌های

گیاهی در حال پوسیدن، مابین علف‌ها و خزه‌ها، زیر پوسته درختان، داخل غارها و لانه مورچه‌ها و موریانه‌ها یافت می‌شوند. بعضی از آن‌ها با جمعیت زیادی در روی برف‌ها مشاهده می‌شوند و به همین دلیل در انگلیسی به آنها Snowfleas می‌گویند. افراد این راسته از مواد پوسیده و یا زنده تغذیه می‌کنند.

این راسته شامل دو زیر راسته Arthropleona و Symphypleona می باشد. خانواده های Onychiuridae، Poduridae، Hypogasteruridae، Entomobryidae، Isotomidae، Sminthuridae و Neelidae در این راسته قرار دارند.



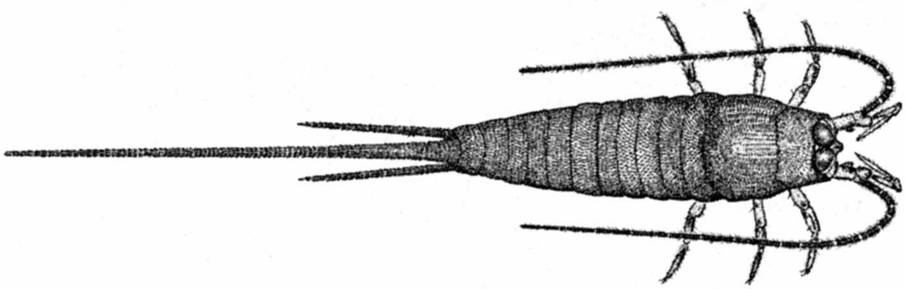
شکل۲-۴: شکل خارجی حشرات راسته پادمان

راسته دم موئی‌های پرش‌کننده، Microcoryphia

نام انگلیسی: Jumping Bristlatailes

افراد این راسته شبیه افراد راسته ماهی‌نقره‌ای‌ها می‌باشند. بدن آن‌ها استوانه‌ای شکل بوده و قفس‌سینه تا حدودی ساختمان قوسی دارد. چشم‌های مرکب بزرگ و چشم‌های ساده همیشه وجود

دارند. هر یک از آرواره‌های بالا فقط در یک نقطه با کپسول سر مفصل ایجاد می‌کنند و پنجه از ۳ حلقه تشکیل شده است و کوکسای پاهای میانی و عقبی معمولاً دارای استیلی می‌باشند. بر روی حلقه های ۲ تا ۹ شکم یک جفت استیلی وجود دارد و حلقه های ۲ تا ۷ شکم هر یک دارای ۱۳ اسکلریت شکمی هستند. اغلب این حشرات شب‌فعال بوده و اگر توسط یک چراغ قوه نور به آنان تابیده شود چشم‌های آن‌ها در تاریکی برق می‌زند. بزرگ‌ترین حشرات مربوط به این راسته دارای طولی در حدود ۱۵ میلیمتر می‌باشند. افراد این راسته معمولاً به طور عمده از جلبک‌ها تغذیه می‌کنند لیکن در عین حال قادرند که از گلسنگ‌ها و خزه‌ها و میوه‌های در حال فساد و مواد مشابه تغذیه نمایند. این راسته شامل دو خانواده Machilidae و Meinerdellidae می‌باشد.



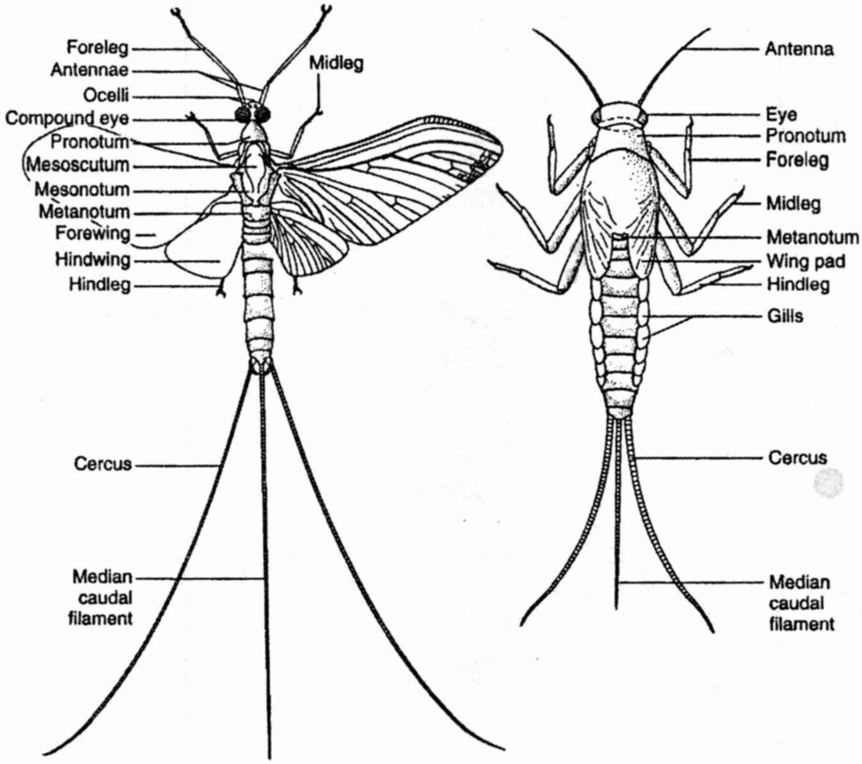
شکل۲-۵: شکل خارجی حشرات راسته Microcoryphia

راسته یکروزه‌ها، Ephemeroptera

نام انگلیسی: Dayflies, Mayflies

افراد این راسته دارای بدنی ظریف، دراز، تا حدی پهن و یا استوانه‌ای می‌باشند. سر کوچک، چشم‌های مرکب همیشه وجود داشته و درشت بوده و در افراد نر اکثراً به دو قسمت تقسیم شده‌اند. دارای ۳ چشم ساده، شاخک‌ها کوتاه و نخی شکل، قطعات دهانی با وجود اینکه ساینده‌اند ولی تحلیل رفته و نقشی در تغذیه ندارند. از بین حلقه‌های قفس‌سینه، میان قفس‌سینه نسبت به سایرین رشد بیشتری دارد. معمولاً دارای دو جفت بال غشایی و به ندرت نیز بی‌بال، بال‌های جلویی بزرگ‌تر از بال‌های عقبی و به شکل سه گوش هستند. رگ‌بندی بال‌های عقبی شبیه بال‌های جلویی بوده ولی تعداد رگ‌ها کم‌تر است. بال‌ها در حین استراحت به شکل عمود در روی بدن قرار می‌گیرند. پاها استوانه‌ای شکل و پاهای جلویی مخصوصاً در افراد نر بسیار دراز است. پنجه‌ها ۵ بندی که به یک جفت ناخن نامساوی منتهی می‌شوند. شکم متشکل از ۱۰ حلقه می‌باشد. انتهای شکم در افراد نر و

ماده به یک جفت سرسی طویل، نخ‌مانند و متشکل از مفاصل زیادی منتهی می‌شود. دگردیسی آن‌ها از نوع ناقص است. این راسته شامل دو زیر راسته Schistonota و Pannota می‌باشد که خانواده‌های زیادی از قبیل Oligoneuriidae، Behningiidae، Neoephemeridae، Polymitarcyidae، Ephemeridae، Ephemerellidae و غیره را شامل می‌شود.



شکل۲-۶: شکل خارجی حشرات راسته یکروزه ها (بالغ و نمف)

راسته طیاره‌ماندها (سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها)، Odonata

نام انگلیسی: Damselflies & Dragonflies

حشراتی با جثه متوسط الی بزرگ (تقریباً به طول ۲۰-۱۸۰ میلیمتر)، بدن عموماً دراز، باریک و به شکل استوانه‌ای است. در این حشرات سر کروی، بزرگ و عریض‌تر از قفس‌سینه بوده و به شکل متحرک توسط گردنی به قفس سینه اتصال دارد. قسمت اعظم سر به وسیله چشم‌های مرکب، دارای ۳ عدد چشم ساده می‌باشند که به شکل سه‌گوش در فرق سر جای دارند. شاخک‌ها کوتاه، مویی شکل و متشکل از ۳-۷ مفصل می‌باشند. قطعات دهانی ساینده است. بال‌ها دو جفت، بزرگ، شبیه به

هم و تقریباً شفاف و دارای رگ‌های زیادی می‌باشند. در هر بال عموماً ٦ رگ طولی و تعداد زیادی رگ‌های عرضی وجود دارد. بال‌ها در حالت استراحت به شکل باز و موازی با سطح استقرار حشره قرار می‌گیرند. پاها کوچک و برای گرفتن شکار، چسبیدن به تکیه‌گاه و بالا رفتن از آنها به کار می‌روند. پنجه‌ها ۳ بندی و به ۲ ناخن منتهی می‌شوند. شکم طویل و استوانه‌ای شکل و از ۱۱ حلقه تشکیل شده است. افراد این راسته در سواحل دریاها، کنار استخرها و آب‌های روان و یا محل‌های نزدیک به آن مشاهده می‌گردند. افراد کامل و پوره‌های این راسته بدون استثناء شکارگر هستند.

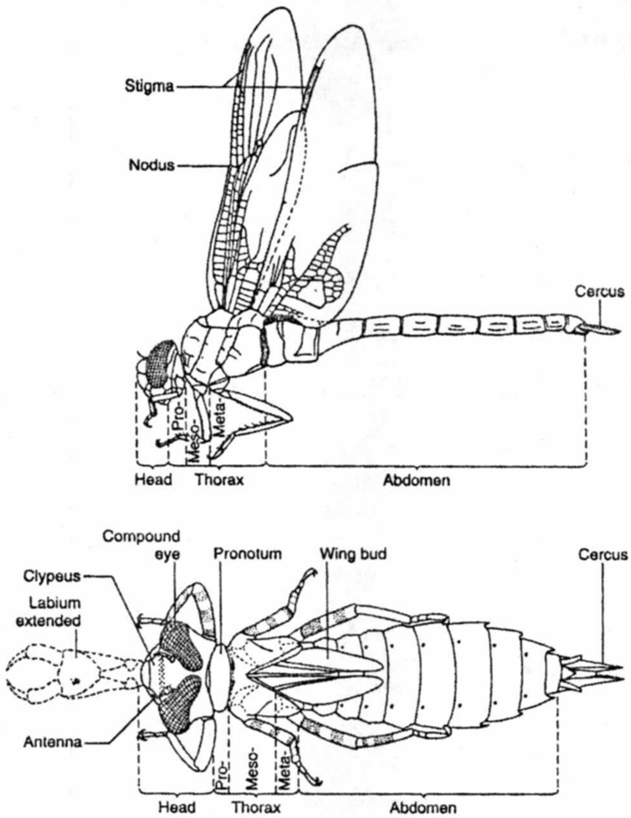
راسته طیاره‌مانندها از دو زیر راسته تشکیل شده که شامل زیر راسته‌های آسیابک‌ها (Anisoptera) و زیر راسته سنجاقک‌ها (Zygoptera) می‌باشد. این دو زیر راسته از لحاظ شکل بال‌ها، نحوه قرار گرفتن بال‌ها در موقع استراحت، نوع ضمائم موجود بر انتهای شکم و مشخصات پوره‌ها از یکدیگر متفاوت هستند. مهم‌ترین صفاتی که باعث تمایز خانواده‌ها از یکدیگر می‌شود صفات مربوط به رگبال‌بندی بال‌ها می‌باشد.

الف ـ زیر راسته آسیابک‌ها

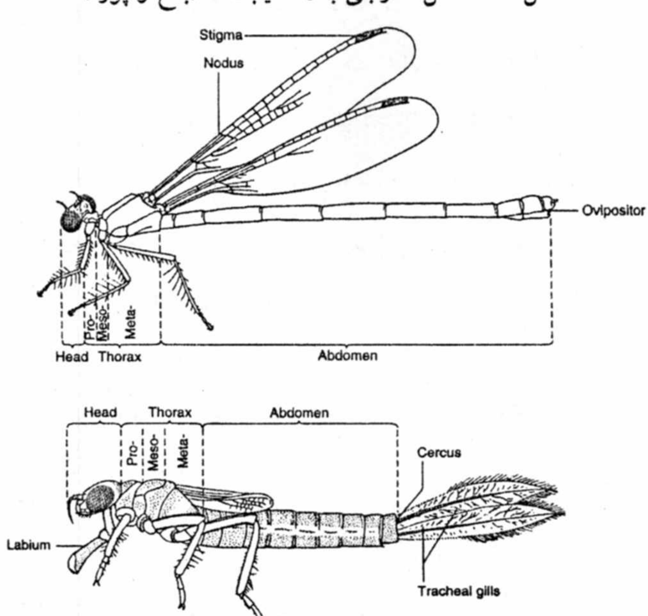
دارای بدنی نسبتاً بزرگ، به طول ۲/۵-۸ سانتیمتر می‌باشد. بال عقبی در قاعده بال عریض‌تر از بال جلویی است. بال‌ها در حین استراحت به صورت افقی در دو طرف بدن نگه داشته می‌شود. نرها دارای ۳ ضمیمه انتهایی شکمی می‌باشند. ماده‌ها در برخی از گونه‌ها دارای تخمریزی است که در سطح شکمی حلقه‌های ضمیمه انتهایی شکم قرار می‌گیرند و بدین ترتیب باعث می‌شوند که قسمت انتهای شکم حالت خاصی به خود بگیرد. این زیر راسته دارای خانواده‌های Petalaridae، Gomphidae، Aeshnidae، Cordulegastridae، Macromiidae، Cordulidae و Libellulidae می‌باشد.

ب ـ زیر راسته سنجاقک‌ها

بال‌های جلویی و عقبی از نظر شکل ظاهری مشابه یکدیگرند و در موقع استراحت بال‌ها به صورت عمودی بر بدن و یا تا حدودی به صورت مایل نسبت به بدن نگه داشته می‌شوند. شکم بسیار باریک است. افراد نر دارای ۴ ضمیمه انتهایی می‌باشند. افراد ماده دارای لوله تخمریز می‌باشند که به خوبی رشد کرده است. این راسته دارای خانواده‌های Calopterygidae، Lestidae و Coenagrionidae می‌باشد.



شکل۲-۷: شکل خارجی بدن آسیابک‌ها (بالغ و پوره)



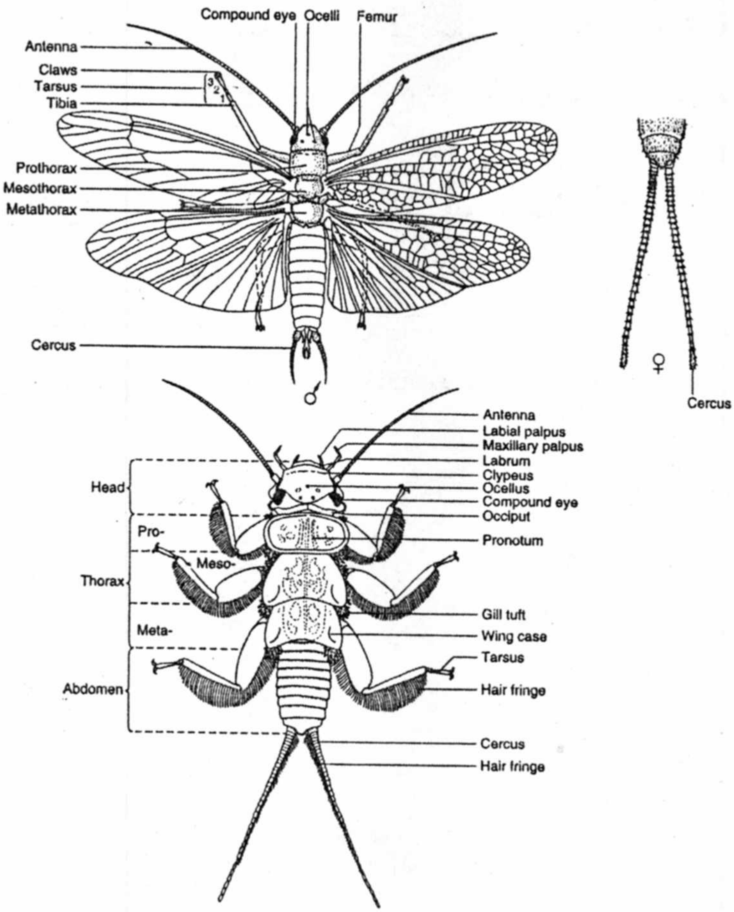
شکل۲-۸: شکل خارجی بدن سنجاقک‌ها (بالغ و پوره)

راسته مگس‌های سنگ یا بهاره‌مانندها، Plecoptera

نام انگلیسی: Derlid or Stone flies

افرادی با جثه کوچک الی بزرگ به طول ۱-۶ میلیمتر، به رنگ‌های مختلف، بدن دراز و هر دو طرف کناری آن موازی هم می‌باشند. قطعات دهانی ساینده، شاخک‌ها طویل و نخی شکل، متشکل از ۲۵-۱۰۰ مفصل، فاقد چشم ساده یا بعضی از گونه ها دارای ۲-۳ عدد چشم ساده می‌باشند. معمولاً دارای ۲ جفت بال رشد کرده که بال‌ها در حین استراحت به شکل فشرده در روی بدن تا می‌خورند. پاها به خوبی رشد کرده و پنجه‌ها ۳ بندی می‌باشند. شکم متشکل از ۱۱ حلقه که در انتها به یک جفت سرسی دراز و نخی شکل منتهی می‌شوند. افراد این راسته جزء حشرات خوب پرواز محسوب نمی‌شوند و معمولاً به ندرت می‌توان آن‌ها را در مسافت‌های طولانی دور از محلی که آب وجود داشته باشد پیدا نمود. آن‌ها دارای دگردیسی ساده بوده و مراحل پورگی در داخل آب طی می‌شود. پوره‌های آن‌ها از لحاظ شکل ظاهری شبیه به پوره سنجاقک‌ها بوده ولی فاقد یک رشته دمی میانی است یعنی آن‌ها دارای دو دم می‌باشند. همچنین پوره‌های بهاره‌مانندها دارای ۲ ناخن در هر پنجه پا هستند ولی پوره‌های سنجاقک‌ها فقط دارای یک ناخن در هر پنجه پا است. برانشی‌ها در پوره‌های سنجاقک‌ها به صورت برگه مانند و در دو طرف حلقه‌های شکم قرار دارد. بعضی از افراد این راسته در سنین پورگی گیاه‌خوارند ولی بعضی دیگر شکارگر یا همه چیزخوار می‌باشند. این راسته دارای خانواده‌های Taeniopterygidae، Nemouridae، Leuctridae، Capniidae، Pteronarcyidae، Pteroperlidae، Perlidae، Perlodidae و Chloroperlidae می‌باشد.

در طول روزهای گرم پاییز، زمستان و بهار حشرات کامل گونه‌های زمستانی را می‌توان در حال استراحت در روی پلها و دیگر اشیای مجاور رودخانه‌ها که لاروهای آن‌ها در درون آن زندگی می‌کنند پیدا نمود. بیشتر گونه‌ها را می‌توان با تور جارو کردن برگ‌های گیاهان در امتداد کناره رودخانه‌ها جمع‌آوری کرد. پلها مکان استراحت دلخواهی برای بیشتر گونه‌ها در طول سال می‌باشد. بیشتر فرم‌های تابستانی به نور جلب می‌شوند. لاروها را بایستی در رودخانه‌ها، معمولاً در زیر سنگ‌ها یا مواد پس‌مانده کف، پیدا نمود.



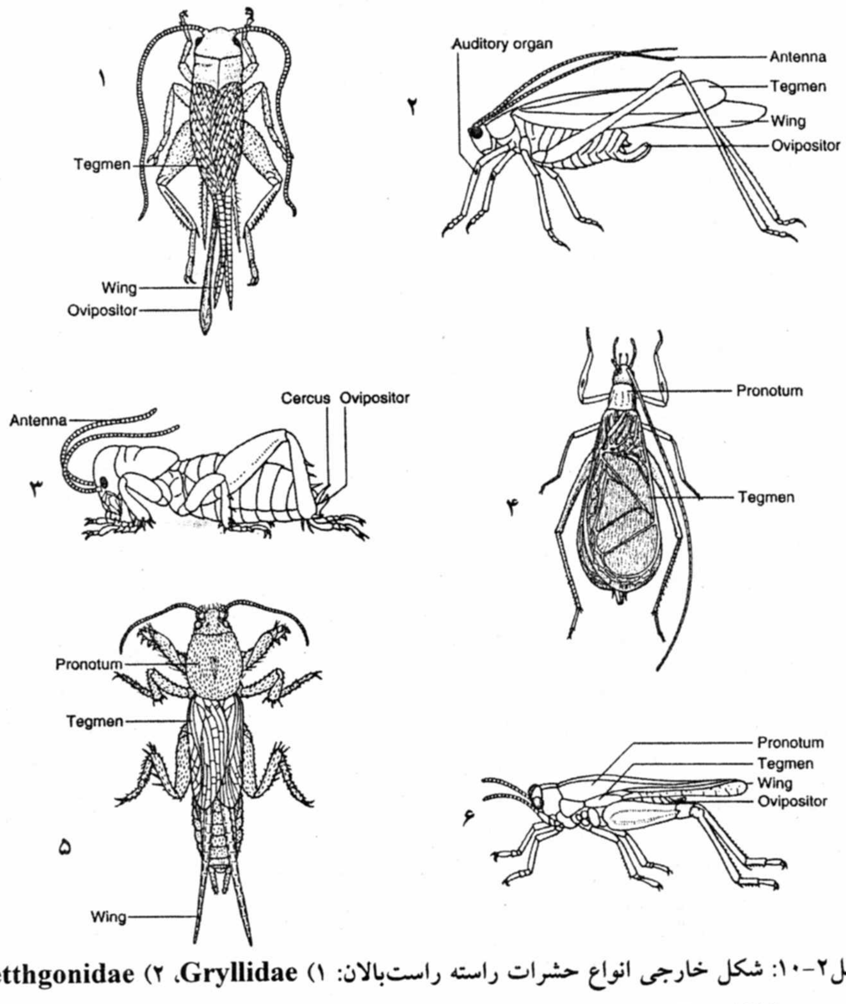
شکل۲-۹: شکل خارجی حشرات راسته بهاره‌مانندها (بالغ نر، انتهای شکم ماده، پوره)

راسته راست‌بالان، Orthoptera

نام انگلیسی: Grasshoppers

افراد این راسته اکثراً با جثه متوسط الی بزرگ، بال‌های جلویی شبیه به پوست، بال‌های عقبی غشایی و کاملاً رشد یافته، تعداد زیادی از گونه‌ها فاقد بال و یا بال‌های کوچک بوده و قطعات دهان در آن‌ها ساینده و قوی است. این راسته شامل ملخ‌ها، آبدزدک‌ها و سیرسیرک‌ها می باشد. پاهای عقبی معمولاً بزرگ‌تر از بقیه پاها است و برای جهیدن به کار می‌رود. اکثر گونه‌ها تولید صدا می‌کنند که این صدا به وسیله مالش بال‌ها به هم یا قسمتی از بال‌ها با ران پاها تولید می‌شود. تولید صدا فقط توسط نرها صورت می‌گیرد. اغلب دارای ۳ عدد چشم ساده‌اند. شاخک در آن‌ها اغلب طویل و مو

مانند است. دارای سرسی بوده که گاهی کوتاه و گیره مانند است و گاهی بلند، نظیر یک اندام حسی عمل می‌کنند. در ماده‌ها معمولاً تخمریز وجود دارد که ممکن است بلند و باریک و یا کوتاه باشد. پنجه‌ها معمولاً از ۳-۵ حلقه تشکیل شده است. دگردیسی در آن‌ها از نوع ساده می‌باشد. اغلب راست‌بالان گیاه‌خوارند و برخی از آن‌ها برای زراعت‌های مختلف بسیار مخرب و دارای خسارت بسیار زیاد می‌باشند. تعداد کمی از گونه‌های ملخ‌ها قادرند به تعداد بسیار زیاد توده انبوهی تشکیل داده و هزاران کیلومتر را مهاجرت نمایند و بدین ترتیب در مسیر حرکت خود زراعت‌های موجود در مناطق وسیعی را تخریب و مورد تغذیه قرار دهند. تعداد اندکی از آن‌ها شکارگر و تعداد کمی نیز همه‌چیزخوارند.



شکل۲-۱۰: شکل خارجی انواع حشرات راسته راست‌بالان: ۱) Gryllidae، ۲) Tetthgonidae، ۳) Gryllacrididae، ۴) Gryllidae، ۵) Gryllotalpidae، ۶) Tettrigidae

این راسته از دو زیر راسته تشکیل شده است:

۱- زیر راسته Caelifera: حشراتی شبیه ملخ‌ها، اغلب جهنده، ران پای عقبی کم و بیش بزرگ شده است. پنجه پا از سه حلقه و یا کمتر از سه حلقه تشکیل شده است. شاخک‌ها نسبتاً کوتاهند. معمولاً در طرفین اولین حلقه شکم دارای عضو Tympanum می‌باشند که به عنوان گوش یا اندام شنوایی عمل می‌کنند. لوله تخمریز آن‌ها نیز کوتاه است.

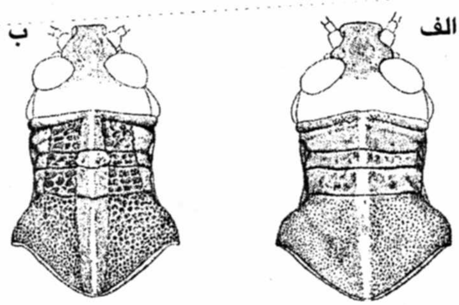
۲- زیر راسته Ensifera: این زیر راسته شبیه زیر راسته قبلی بوده ولی شاخک آن‌ها بلند و باریک و معمولاً طول شاخک به اندازه طول بدن و یا بلندتر از طول بدن است. عضو تیمپانوم در صورت وجود در قاعده ساق پای جلویی قرار دارد. تخمریز طویل و باریک و گاهی طول آن برابر با طول بدن و یا حتی طویل‌تر از طول بدن است. پنجه پا از ۳-۴ حلقه تشکیل شده است.

خانواده ملخ‌های شاخک کوتاه (Acrididae):

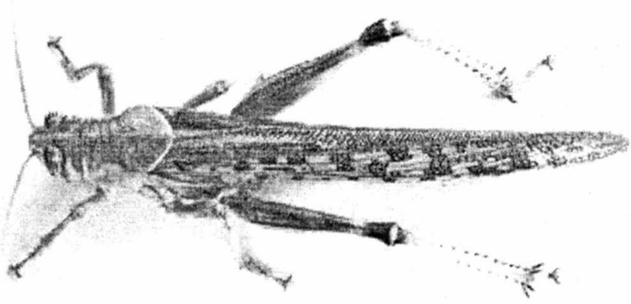
شامل گونه‌هایی است که در چمنزارها و مراتع از اواسط تابستان تا پاییز یافت می‌شوند. شاخک‌ها کوتاه‌تر از طول بدن، پنجه‌ها ۳ مفصلی، آلت شنوائی بر روی اولین حلقه شکم واقع شده، بال‌ها بلند، گاهی کوتاه و رشد نکرده و هنگام استراحت بال‌ها به صورت شیروانی روی بدن قرار می‌گیرند. همچنین تخمریز آن‌ها کوتاه بوده و رنگ بدن معمولاً خاکستری یا قهوه‌ای است. بعضی از ملخ‌های شاخک کوتاه از آفات مهم محصولات کشاورزی هستند. آن‌ها زمستان را به صورت تخم و گاهی حشره کامل و یا پوره به سر می‌برند. تخم‌ریزی در داخل خاک صورت می‌گیرد و تخم‌ها معمولاً داخل کپسول تخم و به صورت دسته‌ای گذاشته می‌شوند. رژیم غذایی آن‌ها گیاه‌خوار است ولی گاهی همخواری نیز در آن‌ها دیده می‌شود. این ملخ‌ها علاوه بر زندگی انفرادی، در هنگام بهار به صورت گروهی نیز زندگی کرده و اقدام به مهاجرت می‌نمایند و بر سر راه خود از هر گونه گیاه سبزی استفاده کرده و مزارع و باغات را به بیابان‌های لم‌یزرع تبدیل می‌نمایند. گروه‌های مهاجر این ملخ‌ها می‌توانند فرسنگ‌ها راه را به وسیله پروازهای متناوب طی کرده و مناطق وسیعی را زیر پوشش خود در آورند. از گونه های مهم این خانواده می توان به ملخ دریایی و ملخ آسیایی اشاره نمود.

ملخ دریایی یا صحرایی (*Schistocerca gregaria*): مشکل ملخ صحرایی از سالیان بسیار دور در کشاورزی ایران، بخصوص در استان‌های جنوبی مطرح بوده است. دستجات این ملخ که مبداء تشکیل آن‌ها کشورهای آفریقا، عربستان، هند و پاکستان بوده، هر چند سال یک بار باغات و

مزارع این مناطق را مورد تهدید جدی قرار داده‌اند. از آنجائی‌که این آفت از طرف جنوب غربی (عربستان) از خلیج فارس عبور کرده و خود را به سواحل جنوبی ایران می‌رساند، به آن ملخ دریایی می‌گویند که در برخی سال‌ها نیز از طرف جنوب شرقی سیستان (هندوستان و پاکستان) مزارع ایران را مورد حمله قرار می‌داده است. از طرف دیگر، چون موطن اصلی این ملخ مناطق بیابانی قاره آفریقا است، به آن ملخ صحرایی نیز می‌گویند. با این که ملخ دریایی بومی ایران نیست، ولی در برخی از نقاط کشور به ویژه منطقه سیستان و بلوچستان نظیر نوار ساحلی شهرستان چاه بهار، ایرانشهر، زابل و سراوان وجود دارد.



شکل۲-۱۱: طرح روی پیش گرده ملخ صحرایی: الف) فاز انفرادی، ب) فاز مهاجر



شکل۲-۱۲: حشره کامل ملخ صحرایی

ملخ آسیایی (*Locusta migratoria*): ملخ آسیایی در ازبکستان در درجه اول به مزارع گندم، ارزن و نیشکر و در درجه بعدی به سایر محصولات کشاورزی خسارت وارد می نماید (ازیموو و همکاران۲، ۱۹۹۳). فرم انفرادی ملخ آسیایی L. migratoria danica در خوزستان انتشار دارد و در حال حاضر فقط در منطقه خوزستان، برخی از سال ها (نظیر سال ۱۳۶۹) روی نیشکر ایجاد خسارت می نماید.

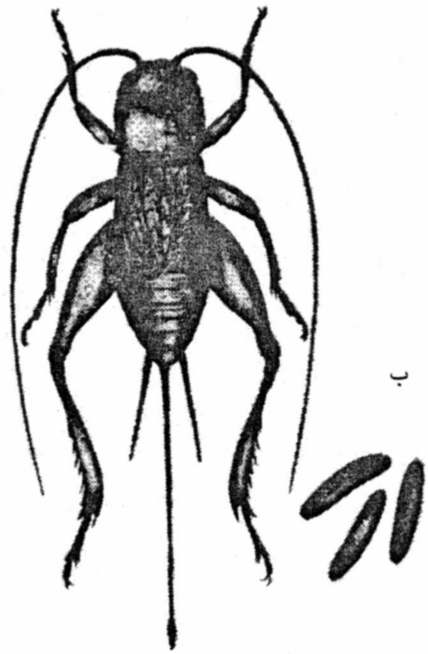
خانواده ملخ‌های شاخک بلند (Tettigonidae):

شاخک‌ها در این خانواده بلندتر از طول بدن، پنجه‌ها ۳ یا ۴ مفصلی، حشره ماده دارای تخم‌ریز کشیده و خنجر مانند، معمولاً به رنگ سبز و گاهی قهوه‌ای، گاهی بی‌بال، و تولید صدا می‌کنند. در این خانواده تخم‌ها به صورت انفرادی ولی به طور ردیفی روی برگ‌ها، شاخه‌های درختان و در شکاف تنه درختان، داخل بافت گیاه و گاهی در خاک گذاشته می‌شوند. معمولاً آفت مهمی محسوب نمی‌شوند ولی گاهی به درختان جنگلی و مرکبات آسیب می‌رسانند.

خانواده سیرسیرک‌ها یا جیرجیرکها (Grylidae):

شباهت زیادی به ملخ‌های شاخک بلند دارند. شکل عمومی بدن کشیده و مستوی، تخم‌ریز بلند و تیغه‌ای، پنجه‌ها ۳ مفصلی، معمولاً شاخک کشیده و موئی شکل با بال‌های معمولاً کوتاه یا بی‌بال، بال‌های جلویی معمولاً در طرفین بدن قرار گرفته و پهلوها را می پوشانند. در انتهای بدن دارای دو استطاله یک مفصلی بلند می‌باشند. از حشرات معروفی هستند که تولید صدا می‌کنند. سیرسیرک‌ها معمولاً در مناطق گرمسیر زندگی می‌کنند و بیشتر آن‌ها یک نسلی هستند. زمستان‌گذرانی آن‌ها به صورت تخم می‌باشد. تخم ها در داخل خاک به صورت انفرادی قرار داده می‌شود. فعالیت آن‌ها معمولاً شبانه، دارای رژیم غذایی معمولاً گیاه‌خوار و گاهی گوشتخوار هستند.

سیرسیرک سیاه یا سیرسیرک صحرایی (*Gryllus desertus*): حشرات این گونه اغلب در مزارع مختلف به خصوص در اوایل فصل رویش دیده شده و ممکن است باعث ایجاد خسارت در گیاهانی که تازه از خاک خارج شده‌اند، گردند. این حشره از آفات جعفری، شوید، گیاهان زینتی، پنبه، چغندرقند، لوبیا چشم بلبلی به شمار می‌آید. حشراتی سیاه رنگ که طول آنها گاهی بین ۱۲-۲۰ میلیمتر متغیر است. طول شاخک‌ها بیشتر از طول بدن بوده و در روی سر فاقد هر گونه علامتی به رنگ روشن می‌باشند. بال‌های جلویی به رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه و بدون لکه‌های روشن در قاعده هستند. سطح زیرین شکم، ران پاهای عقبی و ساق پاها از موهای انبوه پوشیده شده است. سطح زیرین ران پاهای عقبی به رنگ سیاه بوده و گاهی دارای لبه مایل به قهوه‌ای می‌باشد. بال‌های جلویی کاملاً رشد یافته‌اند. در حشرات ماده تخمریز نسبتاً بلند و به طول ۱۰-۱۷ میلیمتر می‌باشد. تخم‌ها تقریباً به شکل استوانه‌ای، زرد و گاهی کرم رنگ می‌باشند. این حشره با تغذیه از اندام‌های زیر خاک و قسمت هوایی گیاهان میزبان، باعث ایجاد خسارت می‌شود که حداکثر خسارت آن در بوته‌های جوان و به خصوص در قسمت‌های کرپه آن‌ها مشاهده می‌گردد.



شکل۲-۱۳: سیرسیرک سیاه: الف) حشره کامل ماده، ب) تخم

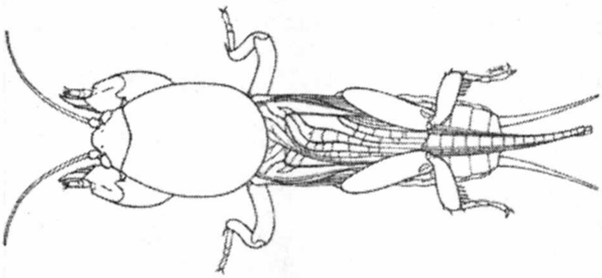
Gryllus domesticus- معمولاً در خانه‌ها و اماکن گرم و مرطوب زندگی می‌کنند. به رنگ زرد روشن یا خاکستری به طول حدود ۱/۵ سانتیمتر بوده و از مواد غذایی انسان تغذیه می‌کنند.

خانواده آبدزدک‌ها (Gryllotalpidae):

پاهای جلوی در آن‌ها از نوع کننده، بدن به رنگ قهوه‌ای، شاخک‌ها کوتاه، پیش گرده بزرگ و سپر مانند، بال‌ها کوتاه، انتهای شکم مجهز به دو استطاله ولی فاقد تخم‌ریز، پنجه ها ۳ مفصلی و دارای دو چشم ساده می‌باشند. این حشرات زیر زمین زندگی کرده و از ریشه نباتات تغذیه می‌کنند. تخم ریزی به صورت دسته جمعی و در زیر خاک صورت می‌گیرد. زمستان را به صورت پوره سپری می‌کنند.

آبدزدک (*Gryllotalpa gryllotalpa*): آبدزدک آفتی پلی فاژی است که به ریشه و طوقه تعدادی از گیاهان زراعی و زینتی حمله می‌نماید و در مناطق مختلف به اسامی گوناگون نامیده می‌شود. اصطلاح آبدزدک به این علت است که آفت با حرکت خود در داخل خاک باعث ایجاد کانال‌هایی می‌شود که از طریق این کانال‌ها، آب زمین دزدیده شده و از دسترس ریشه خارج

می‌گردد. این حشره در عمق ٣٥-٤٥ سانتیمتری زمین زندگی می‌کند. آبدزدک معمولی به انواع سبزیجات و نشاءکاریها، گیاهانی نظیر پنبه، چای، چغندرقند، سیب زمینی، برنج، هویج، توتون، گیاهان خانواده کدوییان، مرکبات، زیتون و مو خسارت وارد می‌آورد. این آفت در ایران با حمله به گندم، ذرت، برنج، توتون، نیشکر، پنبه، چچم، کاهو و تعداد زیادی از سبزی‌ها و گیاهان زینتی، از اندام‌های زیر زمینی آن‌ها تغذیه کرده و خسارت قابل توجهی را باعث می‌شود.



شکل۲-۱۴: حشره کامل آبدزدک

بعضی از حشره‌شناسان معتقدند که این حشره به طور کلی گوشتخوار است و اگر هم صدمه‌ای به ریشه گیاهان می‌رساند، به دلیل جستجوی شکار و طعمه اصلی خود ضمن پیشروی در داخل زمین می باشد. اما عده‌ای از محققین با این نظریه موافق نبوده و معتقدند که حشره مزبور همه چیزخوار بوده و علاوه بر تغذیه از گیاهان، به پروتئین حیوانی نیز برای تکمیل زندگی خود نیاز دارد. به طور کلی خسارت این آفت به دو صورت انجام می‌شود:

۱- با جویدن و قطع ریشه و طوقه گیاه باعث مرگ آن می شود.

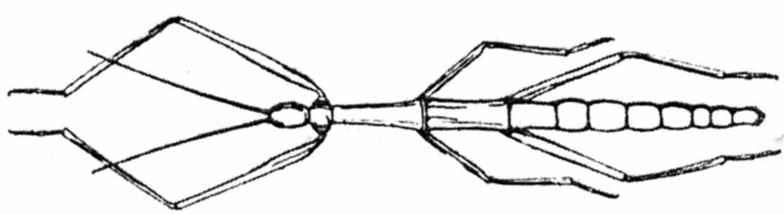
۲- با ایجاد کانال‌هایی در زمین و جابه جا کردن خاک اطراف ریشه ها موجب عدم تماس کامل آنها با خاک می‌گردد. میزان خسارت آبدزدک در اراضی سبک و شنی و یا هوموسی که دارای رطوبت یکنواختی باشند، بیش از اراضی سنگین و رسی است.

راسته چوبک ماندها یا برگ ماندها، Phasmida

نام انگلیسی: Sticks leaf Insects

حشرات طویل و چوب مانند؛ بدون بال یا پهن و شبیه برگ هستند. معمولاً به رنگ سبز برگ یا چوب درختان بوده و به سختی آن‌ها را می‌توان در محیط زندگیشان تشخیص داد (پدیده Mimicry). تمام حشرات این راسته گیاه‌خوارند و برعکس ملخ‌ها، ران پاهای عقبی آن‌ها بزرگ

نشده و برای جهیدن به کار می‌روند. پنجه پا در این خانواده از ۵ حلقه تشکیل شده است ولی در خانواده Timemidae پنجه از ۳ حلقه تشکیل شده است. این قبیل حشرات فاقد عضو تیمپانوم و نیز اندام‌های تولید صدا از طریق سایش می‌باشند. سرسی در آن‌ها کوتاه و از یک حلقه تشکیل شده است. همچنین تخمریز هم کوتاه می‌باشد. چوبک‌مانندها قادرند از قفس‌سینه خود ماده‌ای خارج سازند که این ماده از غدد موجود در قفس‌سینه ترشح می‌شود و بدبو بوده و به عنوان وسیله دفاعی به کار می‌رود. تخمهای چوبک ماندها به طور پراکنده بر روی زمین پخش می‌شود و آن‌ها را به طور مرتب قرار نمی‌دهند. این راسته دارای خانواده‌های Timemidae، Pseudophasmatidae، Phasmatidae و Heteronemiidae می‌باشد.



شکل۲-۱۵: شکل خارجی حشرات راسته چوبک‌مانندها

خانواده چوبک مانند ها (Phasmatidae):

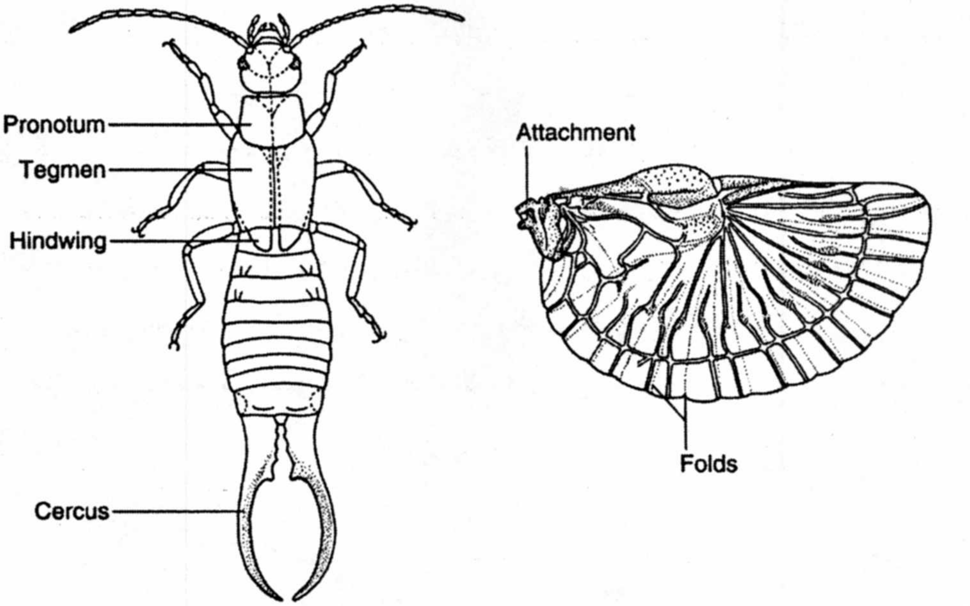
شکل و رنگ بدن این حشرات معمولاً مشابه شاخه‌ها و ساقه یا برگ گیاهانی است که بر روی آن‌ها قرار گرفته اند. حشرات بزرگ و معمولاً باریک و کشیده‌اند و گاهی پهن و برگ مانند هستند. شاخک‌ها کوتاه و گاهی بلند، چشم‌های مرکب کوچک، میان و پس قفسه سینه طویل، بال‌دار، بی بال و یا رشد نکرده، بال‌های جلوئی به صورت بال‌پوش، پاها باریک و بلند و از نوع دونده، شکم باریک و بلند و گاهی پهن، و پنجه‌ها ۵ مفصلی است. این حشرات معمولاً گیاه‌خوار هستند.

راسته گوشخیزکها، Dermaptera

نام انگلیسی: Earwing

حشرات این راسته با داشتن یک جفت قلاب انبرک مانند در انتهای شکم مشخص می‌شوند. بال‌های جلویی کوتاه و چرمی است. بال‌های عقبی غشایی و پهن بوده و دارای رگ‌های شعاعی می‌باشند. بال‌های عقبی به هنگام استراحت مانند بادبزن ژاپنی جمع می‌شود و یکبار نیز حول محور عرضی تا می‌خورد به‌طوری‌که در زیر بال جلویی پنهان می‌شود. قطعات دهانی جونده و فاقد

چشم‌های ساده می‌باشند. سرسی در افراد نر در قاعده پهن و انتهای آن‌ها به سمت داخل خمیده شده ولی در ماده‌ها نسبتاً مستقیم است. آن‌ها از مواد زائد بیشتر تغذیه می‌کنند ولی گاهگاهی به محصولات کشاورزی نیز خسارت می‌زنند. گوشخیزک‌ها معمولاً به طور عمده شب فعال بوده و در طی روز در شکاف‌ها، ترک‌خوردگی‌های زمین، در زیر پوستک درختان و نیز در زباله و آشغال خود را مخفی می‌کنند. معمولاً به طور عمده از مواد پوسیده و مرده گیاهی تغذیه می‌کنند و تعدادی از آن‌ها شکارگر می‌باشند. برخی از گونه‌های گوشخیزک‌ها دارای غددی می‌باشند که منافذ غدد مذکور بر روی سومین و چهارمین حلقه شکم باز می‌شود و از غدد مذکور ماده بدبویی خارج می‌شود که به عنوان وسیله دفاعی به کار می‌آید. برخی از گونه‌ها قادرند که این مایع بدبو را به مسافت ۷۵ تا ۱۰۰ میلیمتر پرتاب نمایند. این راسته شامل خانواده‌های Chelisochidae، Furficulidae، Pygidicranidae، Labiduridae، Carcinophoridae و Labiidae می‌باشد.

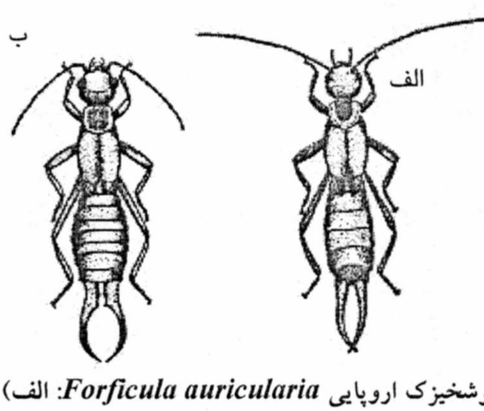


شکل۲-۱۶: شکل خارجی حشرات راسته گوشخیزک‌ها

گوشخیزک معمولی (*Labidura riparia*): این گونه که از تخم‌های خود مراقبت می‌کند در مرحله بلوغ بال‌دار است. حشرات ماده تخم‌های خود را برای جلوگیری از حمله قارچ‌ها در فواصل معینی با بزاق خود آغشته می‌کنند. هنگامی که پوره‌ها از تخم خارج می‌شوند حشره ماده آن‌ها را مانند جوجه مرغ خانگی برای مدتی همراهی می‌کند. این حشره در ایران فاقد اهمیت

اقتصادی می‌باشد. این گوشخیزک گونه‌ای همه‌جایی بوده و در ایران از مناطق ساحلی دریای خزر گزارش شده است. کاهو، ذرت، گندم، چغندرقند، توتون، خربزه، هندوانه، آفتابگردان، کدو، کلم، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی، میخک و درختان سیب، گلابی، هلو، گوجه، انار و غیره از جمله گیاهان میزبان آن می‌باشند. این حشره از بذور در حال جوانه زنی، ریشه، گل و میوه‌های در حال گندیدن تغذیه می کند.

گوشخیزک اروپایی (*Forficula auricularia*): این خانواده از مهم‌ترین خانواده‌های راسته گوشخیزک‌ها می‌باشد که افراد آن توسط بند دوم پنجه پاها که قلبی شکل است به خوبی شناخته می‌شوند. این حشره از گیاهان مختلفی نظیر کاهو، ذرت، گندم، چغندرقند، توتون، خربزه، هندوانه، آفتابگردان، کدو، کلم، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی، میخک و درختان سیب، گلابی، هلو، گوجه و گوجه وحشی تغذیه می‌کند، ولی خسارت آن اقتصادی نیست. افراد کامل و پوره‌ها همه‌چیزخوار بوده و از برگ، گل و میوه‌های تعداد زیادی از گیاهان تغذیه می‌کنند. در این میان تغذیه از برخی گیاهان زینتی و به خصوص گل‌های آن‌ها خسارت وارد می‌آورند. از مهم‌ترین گیاهانی که این حشره در روی آن‌ها یافت می شود می‌توان کاهو، کلم، کوکب، میخک، داوودی، رز و نیز کرفس و تعداد زیادی از سبزی‌های بذری و برخی از درختان میوه را نام برد. این حشره در بعضی مناطق به ویژه با تغذیه از برگ‌های سیب زمینی آن‌ها را سوراخ سوراخ می‌کند و گاهی نیز با ورود به منازل و گلخانه‌ها سبب خسارت می‌شود. این حشره علاوه بر گیاهان از حشرات نرم بدن و کوچک نیز تغذیه کرده و به خصوص شته ها و لاروهای کوچک پروانه ها قسمتی از غذای آن را تشکیل می‌دهند.

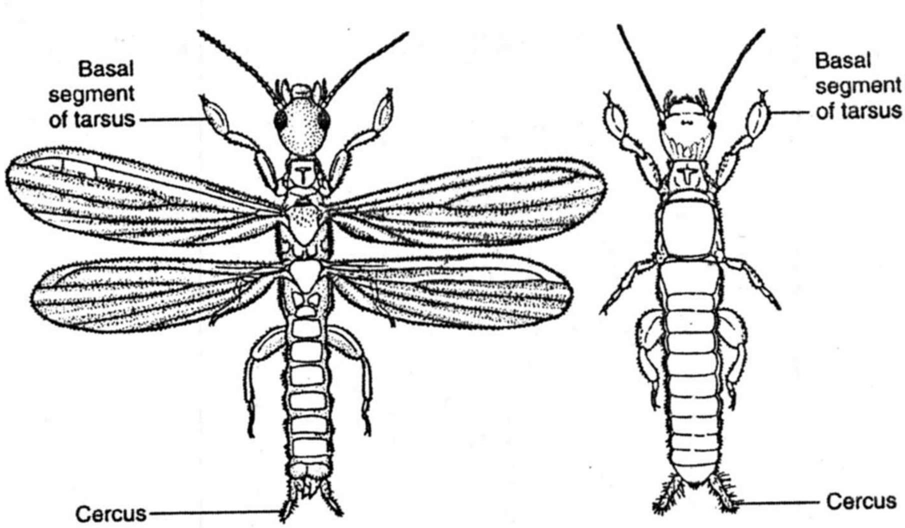


شکل۲-۱۷: گوشخیزک اروپایی *Forficula auricularia*: الف) نر و ب) ماده.

راسته تارپاها، Embioptera

نام انگلیسی: Web spinners

حشرات کوچک و قهوه ای رنگی هستند که بند اول پنجه پای آنها پراکنده است و برای تنیدن تار به کار می رود. اندازه اکثر آنها ٤-٧ میلیمتر است. شاخکها نخی و فاقد چشم ساده هستند. قطعات دهان از نوع جونده و سر از نوع پروگنات، پاها پهن و ران پای عقب ضخیم شده و پنجه ها ۳ مفصلی است. بالهای جلو وعقب از نظر رگبندی و اندازه مشابهند. ماده ها همیشه بی بالند. شکم ۱۰ مفصلی و دارای یک جفت سرسی که عموماً دو مفصلی است. عموماً در نرها زواید انتهای بدن نامتقارن بوده در حالیکه در ماده ها همیشه این عدم تقارن دیده نمی شود. دگردیسی در این راسته ساده است. برخی از گونه های موجود در این راسته به صورت بکرزا تولیدمثل می کنند. این حشرات در گروههای ۱۰ تا ۲۰ تایی در زیر سنگها و داخل تارهایشان زندگی می کنند. افراد این راسته معمولاً در گالریهای ابریشمی موجود در برگهای افتاده و زیر سنگها در ترک خوردگیهای خاک و درختان و گیاهان اپی فیت زندگی می کنند. آنها اگر مورد آزار قرار گیرند خود را به مردن می زنند ولی در مواردی قادرند که به سرعت حرکت کنند که این حرکت به صورت دویدن رو به عقب می باشد. این راسته شامل خانواده های Oligotomidae، Anisembiidae و Teratembiidae می باشد.

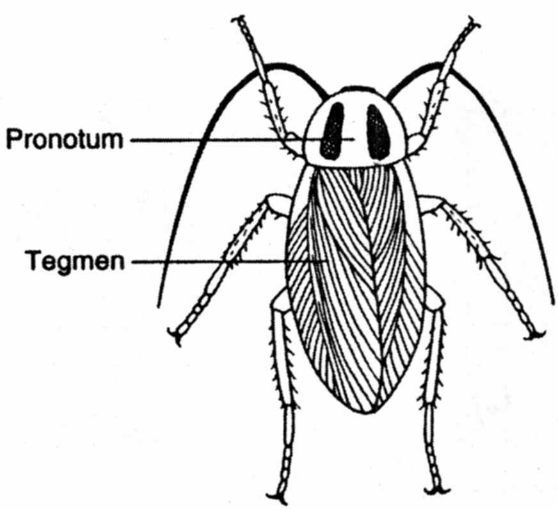


شکل۲-۱۸: شکل خارجی حشرات راسته تارپاها

راسته سوسریها، Blattaria

نام انگلیسی: Cockroach

سوسریها و شیخکها بدن پهنی دارند که بالهای جلویی آنها چرمی و ضخیم تر از بالهای غشایی عقبی است. حشرات این راسته از ملخها و سایر راست بالان به وسیله جهنده نبودن پاهای عقبی تمیز داده می شوند. این حشرات شبیه برخی از سخت بالپوشان هستند ولی محل تلاقی بالهای جلویی سخت بالپوشان در وسط پشت شکم خط مستقیم است در حالیکه بالهای جلویی این حشرات در پشت شکم رویهم قرار می گیرند. سخت بالپوشان سرسی ندارند در حالیکه سوسریها و شیخکها سرسی کوچکی در انتهای بدن دارند. در برخی از نوشته های قدیمی، سوسریها و شیخکها دو زیر راسته از راسته Dictyoptera محسوب می شدند ولی با توجه به تقسیم بندیهای جدید، هر یک از آنها در یک راسته جداگانه قرار گرفته اند. سوسریها دارای بدن مستوی و به رنگ قهوه ای یا سیاه هستند. اندازه آنها متغیر و بین ۱-٤ سانتیمتر می باشد. سر در این حشرات به سمت پایین و عقب بدن بوده و در بعضی نیز زیر پیش قفس سینه پنهان است. پیش قفس سینه خیلی بزرگ و پاها طویل و مودار است. سرسی در آنها از یک تا چند حلقه تشکیل شده است و معمولاً نسبتاً طویل است. شاخکها طویل و نخ مانند است. این حشرات ممکن است بالدار و یا بی بال باشد و در صورت وجود بال، بالها به طور مسطح روی بدن قرار گرفته اند. محل زندگی آنها در مکانهای آلوده و کثیف می باشد. آنها شب فعالند و هنگام روز در نقاط تاریک که گرم و مرطوب است به سر می برند. این راسته شامل خانواده های Polyphagidae، Blatellidae، Blaberidae و Blattidae می باشد.



شکل۲-۱۹: شکل خارجی حشرات راسته سوسریها (سوسری آلمانی)

خانواده سوسری ها (Blattidae):

شکل بدن گرد یا بیضی، پهن یا مستوی، رنگ عمومی بدن قهوه ای، سیاه، زرد و قرمز، سر به طرف پایین خمیده شده و یا به وسیله پیش گرده پوشیده شده، شاخک ها بلند و موئی شکل و به عنوان حس لامسه بکار برده می شوند. معمولاً دارای دو جفت بال کاملاً رشد کرده بوده و در بعضی از گونه ها حشره ماده بی بال و یا دارای بالهای رشد نکرده است. پنجه ها نیز ۵ مفصلی می باشند. سوسری ها معمولاً در مناطق گرمسیری (گرم و مرطوب) زندگی می کنند، و ترجیح می دهند در اماکن گرم و مرطوب و تاریک مثل خانه ها، حمام ها، زیر زمین ها، نانوائی و غیره زندگی کنند. آنها عموماً از مواد حیوانی و نباتی تغذیه می کنند. فعالیت سوسری ها معمولاً هنگام شب بوده و تخمهای خود را داخل کپسول (Ootheca) می گذارند. دوره نشو و نمو یک نسل بر حسب گونه متفاوت و بین ۲ تا ۶ ماه می باشد.

راسته شیخکها، Mantida

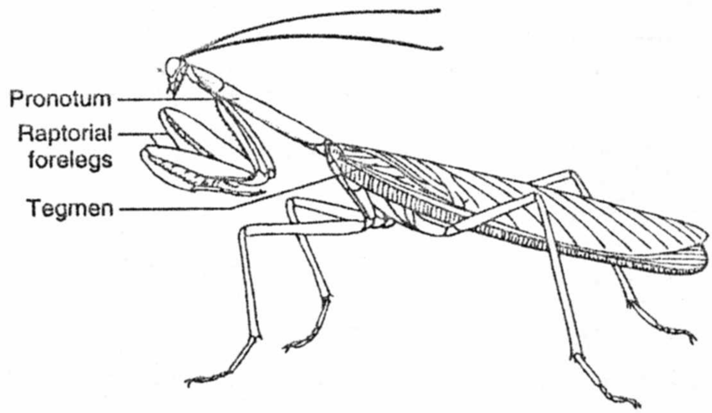
نام انگلیسی: Mantid

افراد این راسته به علت داشتن پیش قفس سینه بزرگ و کشیده و پاهای شکاری جلویی و سر مثلثی شکل به خوبی قابل تمیز هستند. شیخکها برای شکار طعمه خود روی دو جفت پای عقبی بلند شده و طعمه را بین خارهای محکم روی پاهای جلویی خود خرد می کنند. به علت حرکت سر و پاهای جلویی و بند اول سینه به سوی آسمان، این جانوران را که غالباً سبز رنگ هم هستند کشیش مقدس، آخوندک و یا شیخک می نامند. شیخکها معمولاً در علفزارها، باغها، جنگلها و مراتع زندگی می کنند. این حشرات شکارگر بوده و از حشرات مختلفی به عنوان شکار و طعمه خود استفاده می کنند. در این مورد حتی از شیخکهای دیگر هم گاهی به عنوان طعمه استفاده می کنند. از خانواده Mantidae گونه *Mantis religiosa* از نقاط مختلف ایران جمع آوری و گزارش شده است.

خانواده شیخک ها (Mantidae):

حشراتی با بدن کشیده باریک و بلند، به رنگ سبز، قهوه ای یا سبز متمایل به زرد، پیش قفس سینه کشیده و مجهز به یک جفت پای شکاری است، سر مثلثی شکل و متحرک، چشم های مرکب و ساده کاملاً مشخص، پاهای میانی و عقبی بلند و شبیه بهم بوده و برای قدم زدن به کار برده

می شوند. آنها در مناطق گرمسیر دیده می شوند و دارای رژیم گوشتخواری و حشره خواری می باشند.



شکل۲-۲۰: شکل خارجی حشرات راسته شیخکها

راسته موریانه ها، Isoptera

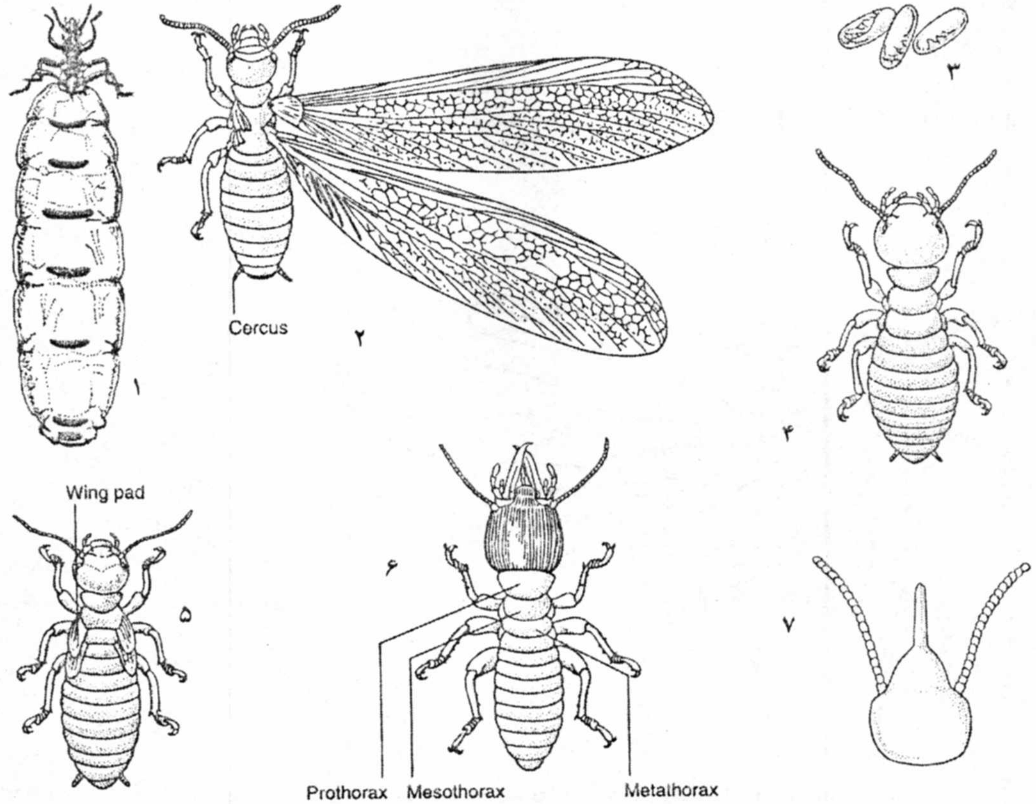
نام انگلیسی: Termites

موریانه ها حشراتی اجتماعی هستند که دارای اندازه بدن متوسط بوده، از سلولز موجود در چوب، کاغذ و مواد مشابه تغذیه نموده و در سرتاسر جهان دارای ۱۹۰۰ گونه می باشند. آنها در لانه هایی که به صورت جوامع سازمان یافته درآمده اند زندگی می کنند. کلنی موریانه ها مشتمل بر افرادی است که از نقطه نظر مرفولوژی به اشکال مشخص یا کاستهایی شامل افراد تولیدمثل کننده، کارگران و سربازان تقسیم می شوند. موریانه ها شامل گروه خاصی از حشرات با دگردیسی ناقص هستند که در آنها بالهای جلویی و عقبی غشایی و تقریباً به یک اندازه است. در آنها شاخک تسبیحی و قطعات دهانی از تیپ جونده است. موریانه ها همه چیز خوارند و عمدتاً از مواد متنوعی شامل مواد گیاهی خشک، الیاف و فرآورده های پشمی و پنبه ای، کاغذ دیواری، چرم و غیره تغذیه می کنند. موریانه های بی بال ظاهراً شبیه به مورچه هستند ولی بدن آنها نرم و به رنگ سفید، شاخک تسبیحی و بالهای جلویی و عقبی دارای طول مساوی هستند و محل چسبیدن شکم به قفس سینه فاقد petiol است ولی برعکس در مورچه ها بدن سخت و تیره رنگ، شاخکها زانویی، بالهای عقبی کوچکتر از بالهای جلویی است و دارای petiol هستند یعنی محل چسبیدن قفس سینه به شکم در آنها باریک و مانند کمر شده است. در موریانه ها فقط ناحیه سر محکم است و بقیه قسمتهای بدن

آنها معمولاً نرم می باشد. سربازها دارای سر مستطیلی یا مثلثی شکل و آرواره های قوی هستند. بالدارها و فرم جنسی موریانه ها چشمهای مرکب دارند ولی سایر فرمها فاقد آن هستند.

عمل تولیدمثل در جامعه موریانه ها توسط افراد تولیدمثل کننده که پادشاه و ملکه می باشد صورت می گیرد. در اغلب کلنی ها فقط یک پادشاه و یک ملکه وجود دارد که آنها از افراد بالدار به وجود می آیند. بدن شاه و ملکه به شدت اسکلروتینه شده و دارای چشم مرکب می باشند. ملکه دارای شکم بسیار بزرگی است که دلیل آن وجود تخمهای در حال رشد در شکم ملکه است. سربازان موریانه ها دارای یک سر بزرگ، سیاه و طویل و اسکلروتینه شده است که از آن به شیوه های مختلفی جهت دفاع استفاده می کنند.

این راسته دارای خانواده های Mastotermitidae، Calotermitidae، Termospidae، Hodotermitidae، Rhinotermitidae و Termitidae می باشد.

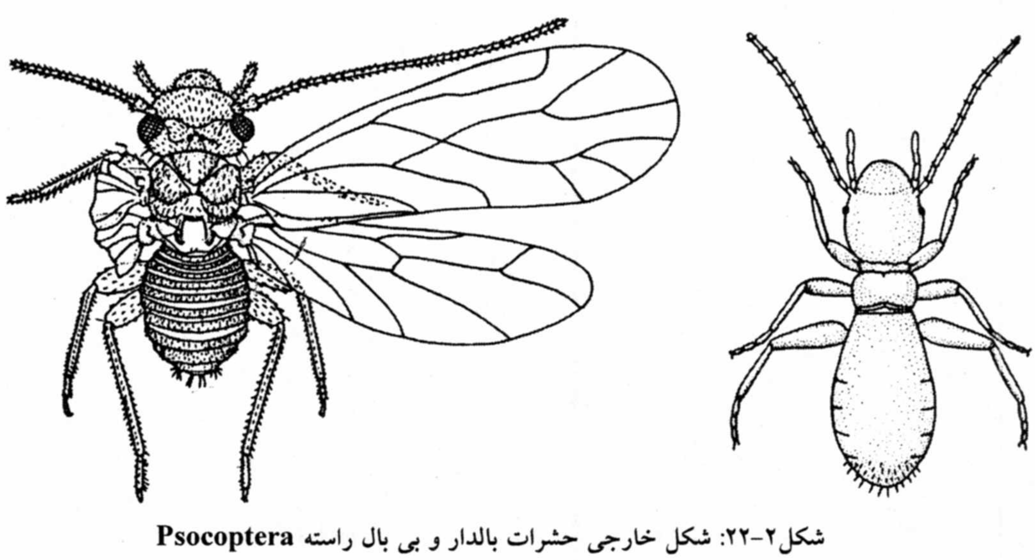


شکل۲-۲۱: شکل خارجی حشرات راسته موریانه ها: ۱) ملکه، ۲) فرم بالدار، ۳) تخم، ۴) سومین سن پورگی، ۵) آخرین سن پورگی، ۶) سرباز، ۷) فرم سر ناسوتی

راسته شپشهای چوب و کتاب، Psocoptera

نام انگلیسی: Book lice or Bark lice

حشرات ریزی که طول آنها کمتر از ٦ میلیمتر است. ظاهراً تا حدودی شبیه زنجره ها یا شته می باشند ولی شکل قطعات دهانی، شاخکها و رگبالهایشان متفاوت است. بعضی از افراد این راسته بال ندارند و چون معمولاً در کتابخانه های قدیمی یافت می شوند و ظاهراً شبیه شپش هستند به نام شپش کتاب مشهور شده اند. همچنین آنها در روی پوست و یا برگ درختان و درختچه ها، زیر پوست درختان و یا زیر سنگ و برگهای ریخته شده روی زمین دیده می شوند. سر این حشرات عریض و متحرک است. چشمهای ساده حشرات بی بال از بین رفته و چشمهای مرکب آنها بسیار کوچک است. بالدارها سه عدد چشم ساده دارند. شاخک بسیار باریکی دارند که غالباً بین ۱۳-۲۰ بند دارد. قطعات دهانی آنها ساینده است. بالها به تعداد دو جفت و غشایی هستند. پاها از نوع رونده و پنجه پاهای آن ها ۲-۳ بندی است. برخی از آنها از جلبکها و گلسنگها به عنوان غذا استفاده می کنند، عده ای نیز از قارچها، غلات، گرده گلها و اجزای بدن حشرات مرده و مواد مشابه به عنوان غذا استفاده می کنند. این راسته دارای خانواده های Psyllipsocidae، Lepidopsocidae، Ectopsocidae و ... می باشد.

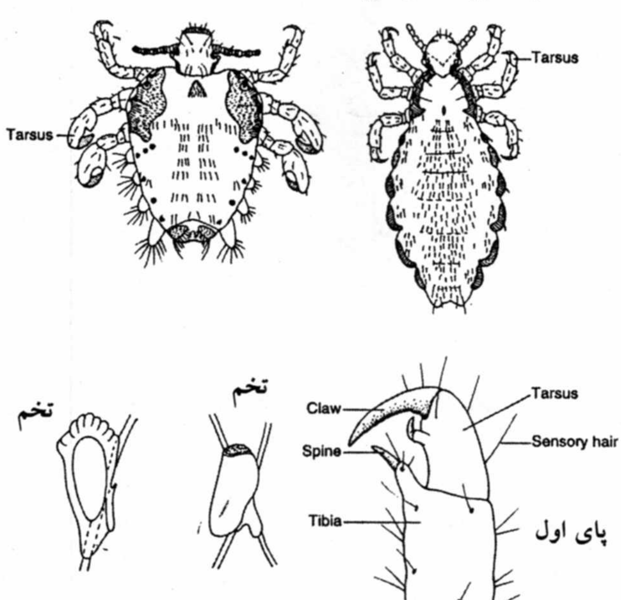


شکل۲-۲۲: شکل خارجی حشرات بالدار و بی بال راسته Psocoptera

راسته شپشهای پستانداران، Anoplura

نام انگلیسی: Sucking lice

در بین حشره شناسان کشورهای مختلف جهان در مورد طبقه بندی شپشها اختلاف وجود دارد. بسیاری از محققین آمریکایی، شپشها را در دو راسته به نام راسته های Anoplura و Mallophaga طبقه بندی می کنند. در حالیکه محققین و حشره شناسان کشورهایی از قبیل آلمان، انگلستان و استرالیا شپشها را فقط در یک راسته به نام Phthiraptera مشتمل بر ۴ زیرراسته طبقه بندی می کنند که از ۴ زیرراسته مزبور یک زیرراسته هم زیرراسته Anoplura می باشد. در مقایسه با شپش پرندگان، سر در این شپشها عرض کمتری داشته و شاخک آنها بلندتر بوده و بین ٦-١٠ بند دارد. دهان آنها از خرطومی تشکیل شده که خون را می مکد و قسمتهای مختلف آن به داخل سر کشیده شده است. سه مفصل سینه به هم متصل هستند و پنجه پاها هر کدام به یک ناخن ختم می شود. قطعات دهانی متشکل از سه اندام میله ای شکل می باشد که معمولاً در محفظه ای در سر قرار گرفته و در موقع مکیدن خون این میله ها از درون خرطومی که در جلوی سر قرار گرفته، در بدن میزبان فرو می رود و حشره از آن به عنوان سیفون استفاده می کند. انتهای خرطوم مجهز به اندامهای قلاب مانند است که حشره بدان وسیله خود را به بدن میزبان می چسباند. در این حشره پنجه یک مفصلی است. افراد این راسته دارای دگردیسی ناقص می باشند.

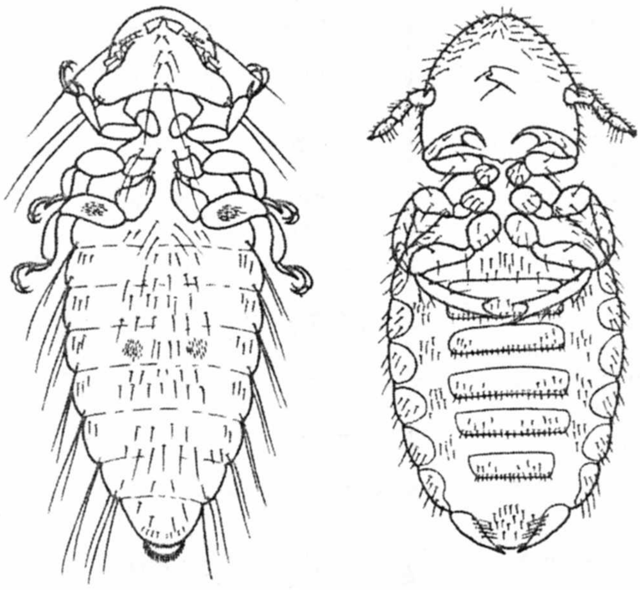


شکل۲-۲۳: شکل خارجی حشرات راسته Anoplura

راسته شپشهای پرندگان، Mallophaga

نام انگلیسی: Briting lice

حشرات این راسته به علت اینکه اکثراً پارازیت خارجی پرندگان هستند به شپش پرندگان معروفند. قطعات دهانی آنها جونده است. از نظر شکل، ظاهراً شبیه شپش متابه هستند ولی شاخک ها بسیار کوچک و شامل ۳ تا ۵ بند است. چشم مرکب در آنها بسیار کوچک است. طول بدن آنها کمتر از ٦ میلیمتر است. بند اول سینه بزرگ و مشخص است. انتهای پنجه ها دارای ۲ ناخن است.



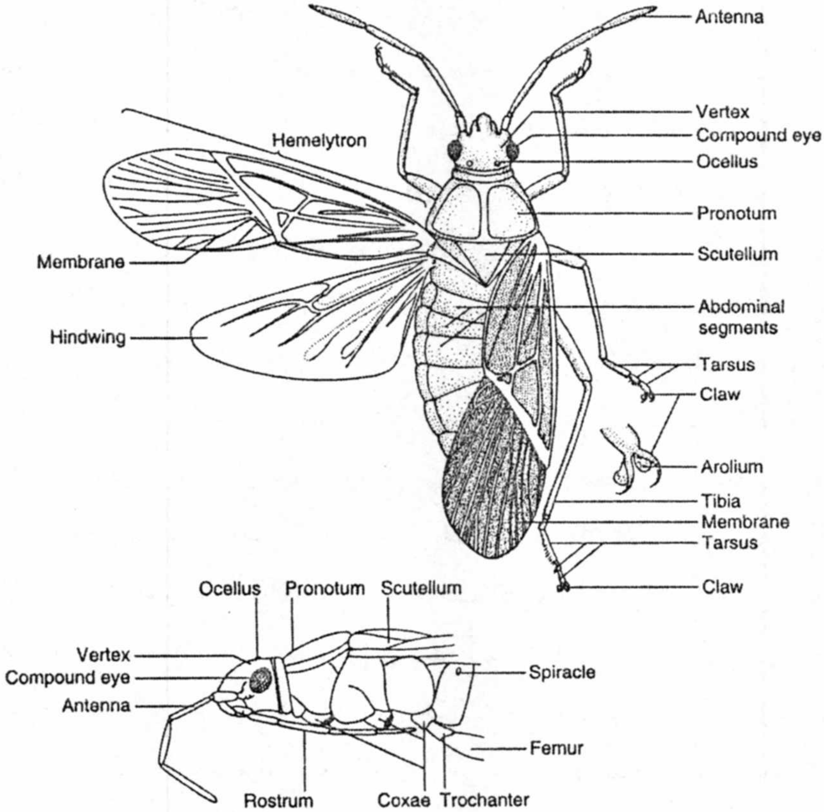
شکل۲-۲۴: شکل خارجی حشرات راسته Mallophaga

راسته ناجوربالان یا سن ها، Heteroptera

نام انگلیسی: True bugs

Heteroptera زیر راسته ای از Hemiptera می باشد که یکی از بزرگترین زیر راسته های حشرات است. نام Heteroptera از دو کلمه یونانی hetero به معنی متفاوت و ptera به معنی بالها گرفته شده است که اشاره ای به تفاوت ساختمانی در بالهای جلویی و عقبی است. در بال جلو قسمتی ضخیم و قسمتی غشایی است در حالیکه بال عقب کاملاً غشایی می باشد. اعضای این زیر راسته به عنوان true bugs (سنهای حقیقی)، نیم سخت بالپوشان و Cross-winged bugs (به دلیل همپوشانی بخش غشایی بال) شناخته می شوند. این حشرات معمولاً دارای بدنی دراز می باشند.

سر در آنها از نوع پروگنات بوده و قطعات دهانی از نوع زننده ـ مکنده می باشد. آرواره های بالا و پایین به صورت میله های باریکی درآمده اند که وقتی در مجاورت هم قرار می گیرند میله واحدی را تشکیل داده که در آن دو کانال یکی جهت تزریق بزاق و دیگری جهت تغذیه وجود دارد و لب پایین نیز غلاف خرطوم را ایجاد می کند. قطعات دهانی در این دسته از حشرات فاقد Maxillary palp می باشد.



شکل۲-۲۵: شکل خارجی حشرات راسته ناجوربالان

ناجوربالان با بیش از ۵۵۰۰۰ گونه در جهان، یکی از بزرگترین راسته های حشرات بوده و دارای بیشترین تنوع زیستی می باشند. تاریخچه مطالعات این راسته نشاندهنده اهمیت فوق العاده آنها از دید حشره شناسی کشاورزی است به طوری که گونه های متعددی از این حشرات از جمله خانواده Miridae با رژیم غذایی گیاهخواری و حشره خواری از اهمیت اقتصادی قابل ملاحظه ای برخوردار می باشد. در راسته ناجوربالان، بالهای جلویی در قسمت ابتدایی چرمی و ضخیم و قسمت

انتهایی آن غشایی است. این حشرات به دلیل داشتن غلاف خرطوم که در حقیقت از تغییر شکل لب پایین به وجود آمده، خرطوم مفصلی هم گفته می شوند. قطعات دهانی از نوع زننده مکنده است و آرواره های بالا و پایین به صورت میله های باریک و بلندی درآمده اند که وقتی در مجاورت هم قرار می گیرند میله واحدی را تشکیل می دهند که در آن دو کانال، یکی برای تزریق به داخل نسوج گیاهان و بدن جانوران به کار می رود و از کانال دیگر مواد حل شده در بزاق و مایعات داخل بدن جانوران مکیده می شود. شاخک در حشرات این راسته ٤-٥ مفصلی و غالباً بلند است. چشمهای مرکب عموماً خوب رشد کرده؛ اما چشمهای ساده که معمولاً سه عدد است، در مواردی ممکن است از بین رفته باشند. در بسیاری از گونه ها، غده هایی در بدن وجود دارد که در کناره های سینه باز می شود که از آنها مواد بودار و زننده خارج می شود. بیشتر سنها بال دارند ولی در بین آنها گونه های بی بال هم مشاهده می شود. سنها عموماً زمین زی هستند ولی عده ای نیز در سطح یا داخل آب زندگی می کنند. عده ای از آنها گیاهخوارند ولی عده ای نیز شکارچی هستند و بعضی نیز از خون بدن انسان تغذیه می کنند. سنها از فراوانترین حشرات راسته ناجوربالان هستند و دارای گونه های خشکی زی، آبزی و نیمه آبزی می باشند. گونه های خشکی زی معمولاً با گیاهان مرتبطند و از بافت آوندی یا ذخیره بذری گیاهان تغذیه می کنند. همچنین بعضی گوشتخوار و برخی شکارگر انواع بندپایان کوچک بوده و بعضی از گونه ها از خون مهره داران تغذیه می کنند. سن رختخواب یا ساس و دیگر افراد خانواده Cimicidae به صورت اکتوپارازیت پرندگان و پستانداران (همچنین انسانها) می باشند. گونه های آبزی نیز در روی سطح آبها زندگی می کنند. دگردیسی در این حشرات تدریجی بوده و پوره تازه از تخم درآمده شبیه حشرات بالغ بوده و تنها فاقد بال می باشند. بعد از یک تا دو بار پوست اندازی، جوانه های بال ظاهر می شود و در ضمن تغییر جلدهای بعدی اندازه آنها بزرگتر می شود. رشد و توسعه بال در آخرین پوست اندازی خیلی زیاد است و تغییراتی که در این مرحله انجام می گیرد در هیچ یک از مراحل قبلی انجام نمی پذیرد. در بعضی از گونه ها بالها رشد نکرده، در بعضی گونه ها تمام افراد بدون بال هستند و در بعضی گونه ها دو نوع افراد بالدار و بدون بال دیده می شود. بسیاری از سنها به وسیله تراوش بوی نامطبوع، خودشان را از دشمنان محافظت می کنند. سنها معمولاً حشراتی یک نسلی هستند ولی تعدادی دارای ۲ نسل یا بیشتر می باشند. زمستانگذرانی معمولاً به صورت حشره بالغ و گاهی به صورت پوره سن آخر انجام می گیرد. تخمها اغلب به صورت ردیفی و دسته جمعی روی برگ یا تکیه گاه قرار داده می شود.

سنهای پرداتور آبزی و آنهایی که در سواحل زندگی می کنند و با آفات گیاهی تماس کمتری دارند از نظر تعادل انبوهی آفات کشاورزی اهمیت چندانی ندارند حال آنکه از سنهای شکارگر خاکزی می توان در کنترل آفات استفاده نمود. سنهایی که دارای رژیم غذایی گیاهخواری هستند از مهمترین آفات گیاهان زراعی محسوب می شوند و خسارت آنها به صورت مستقیم (تغذیه از گیاه) و غیر مستقیم (انتقال پاتوژنهای گیاهی) می باشد. گونه های شکارگر از حشرات مفید محسوب می شوند هر چند بعضی از آنها با تغذیه از خون می توانند باعث انتقال بیماریها در بین انسانها شوند؛ به طور مثال بیماری شاگاس در بین انسانها توسط سنهای جنس *Triatoma* از خانواده Reduviidae منتقل می شود.

در راسته ناجوربالان، خانواده های Pentatomidae و Miridae خانواده هایی هستند که گونه های شکارگر مهمی در آنها قرار دارند به خصوص خانواده Miridae به علت وجود یک یا دو گونه مفید و موفق در کنترل بیولوژیکی اهمیت بیشتری دارند.

صفات مورد نیاز در تشخیص سنها

صفات اصلی که در تشخیص سنها مورد استفاده قرار می گیرند شامل شاخک، خرطوم، پاها و بالها می باشد. حالت سینه و شکم (به خصوص تقارن یا عدم تقارن ژنیتالیا، شکل فالوس، اسپرماتکا، محل سوراخهای تنفسی و موها) و صفات عمومی مثل حالت، رنگ و رفتار نیز گاهی اوقات در تشخیص گونه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

شاخک: راسته سنها از نظر وضعیت شاخک به دو زیر راسته Cryptocerata و Gymnocerata تقسیم می شود. در گروه اول شاخک کوتاه و معمولاً در شیار زیر سر پنهان است. این سنها آبزی بوده و یا در کنار آبها زندگی می کنند. در گروه دوم شاخک نمایان و بلندتر از سر می باشد. این سنها اکثراً خاکزی بوده و فرمهای آبزی آنها در سطح آب بسر می برند. شاخک در سنها ۴-۵ بندی بوده و به ندرت کمتر از ۴ بند می باشد و در قسمت جلو یا پایین چشمها قرار دارد. در تعدادی از سنها مثل خانواده Reduviidae ممکن است یک بند به چند قسمت تقسیم شده باشد که در شمارش بندهای شاخک، بندهای ریز بین بندهای درشت شمارش نمی شود.

خرطوم: خرطوم که از تغییر شکل لب پایین به وجود آمده است از ۳-۴ بند تشکیل شده است. تعداد بندهای خرطوم، شکل ظاهری آن، نحوه و محل خروج آن از قسمت جلوی سر در شناسایی

خانواده ها و گونه ها مورد استفاده می باشد. در بعضی از گونه ها نوک خرطوم در شیار پرواسترونوم قرار می گیرد.

بالهای جلویی: یکی از مشخص ترین صفات سنها و تنها صفتی که نام راسته از آن گرفته شده است ساختمان بالهای جلویی است. در اکثر سنها ابتدای بالهای جلویی ضخیم و چرم مانند و قسمت انتهای آن غشایی است. این تیپ بال Hemelytron (و در جمع Hemelytra) یا نیم سخت بالپوش نامیده می شود، به همین دلیل سنها را نیم سخت بالپوشان نیز می گویند. بالهای جلویی سطح پشتی بدن را می پوشانند و اغلب به دو قسمت اصلی تقسیم می شوند. ناحیه انتهایی نازک و شفاف انتهایی که غشاء بال[1] نامیده می شود و قسمت قاعده ای ضخیم و چرمی است که خود به وسیله یک درز طولی مورب به دو قسمت کلاووس[2] و کوریوم[3] تقسیم می شود. کلاووس در قسمت داخلی و مجاور اسکوتلوم قرار گرفته و معمولاً کوچکتر است. در بعضی از گونه ها کوریوم خود به دو قسمت امبولیوم[4] در خارج و کوریوم در داخل تقسیم می شود. در بعضی از گونه ها کونئوس در قسمت انتهایی کوریوم به وسیله یک درز از کوریوم جدا می شود. قسمت غشایی بال معمولاً دارای رگهایی می باشد که تعداد و ترتیب قرار گرفتن آنها در شناسایی خانواده ها بسیار مهم می باشد. معمولاً رگبندی بال در تمام Heteropteraها تحلیل رفته و تنها در زیر راسته Enicocephalomorpha رگبالهای شعاعی (R)، میانی (M) و بازویی (Cu) به خوبی مشخص شده است.

پاها: پای سنها شامل کوکسا، تروکانتر، ران، ساق و پنجه می باشد. پنجه ۲-۳ بندی، به ندرت ۱ بندی و معمولاً با ۲ ناخن انتهایی است. تعداد بندهای پنجه و وضعیت ناخنها و بالشتک (آرولیا) در شناسایی مهم می باشد.

اندامهای جنسی[5]: ژنیتالیای نر در گونه های مختلف دارای ساختمان متفاوتی است و خصوصیات بارز و متمایز کننده و قابل اعتماد و مهم را عرضه می کند. حلقه جنسی (بند ۹ شکم) گاهی اوقات انتهای شکم را اشغال می کند (مثل Miridae و Nabidae)، ولی گاهی اوقات این بند در غلافی از بند ماقبل قرار می گیرد و فقط ناحیه پشتی آن قابل رؤیت است (مثل Pentatomidae ،

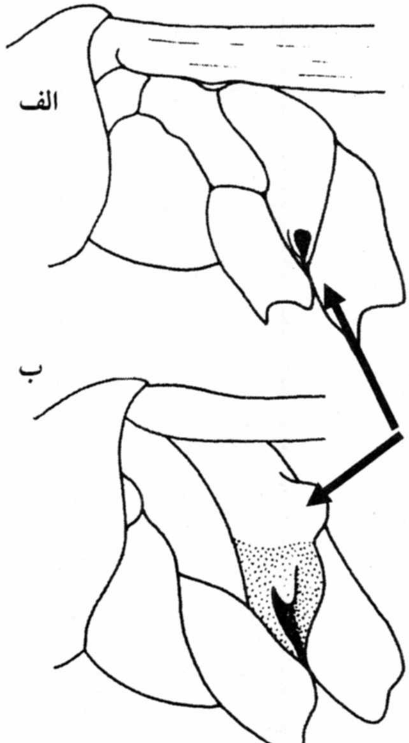
---
[1]. Membrane
[2]. Clavus
[3]. Corium
[4]. Embolium
[5]. Genitalia

Coreidae و Lygaeidae) و گاهی اوقات نیز کاملاً از خارج غیر قابل رؤیت است (اکثر سنهای آبزی). سوراخ تناسلی در قسمت پشتی بند جنسی شکم قرار دارد و معمولاً وسیع و به ندرت شکاف مانند است (Nabidae). یک لوله مخرجی پهن یا استوانه ای در قسمت پشتی یا جلویی سوراخ تناسلی قرار دارد. دو زائده (پارامر[۱]) در طرفین سوراخ تناسلی دیده می شوند که گاهی اوقات کاملاً از بیرون قابل رؤیت است (Nabidae) و گاهی اوقات در زیر بند شکم پنهان می شود (بعضی از Pentatomidae). پارامرهای بسیاری از گروهها متقارن است ولی پارامرهای Miridae ، Anthocoridae و Corixidae و بعضی از گروهها نامتقارن هستند. هر پارامر شامل پایه[۲]، تنه[۳]، برجستگیهای حسی[٤] و هیپوفیز[٥] است. پنیس در حلقه جنسی قرار دارد. قسمتی از اندام تناسلی که در جفتگیری دخالت دارد آئدگوس[٦] نامیده می شود که معمولاً نرم و غشایی است، گاهی اوقات همراه با قلابها، میله های سفت و محکم و دیگر اجزاء داخلی و خارجی است. آئدگوس گاهی اوقات کاملاً سخت و اسکلروتینی است و یا تشکیل لوله پیچیده می دهد. تمام آئدگوس و یا انتهای آن اغلب پوشیده از غشاء نازک و محکم (Theca) می باشد. ژنیتالیای خارجی در ماده ها از تخمریز و در صورت نبودن تخمریز از سه جفت صفحات جنسی تشکیل شده است. حشرات ماده از حشرات نر به وسیله یک یا چند بند آخر شکمی (شامل صفحات جنسی) که به وسیله یک شکاف طولی تقسیم می شود مشخص می گردد.

قفس سینه[۷]: در قسمت سینه ساختمان پرونوتوم و شیارهای آن و شکل و اندازه سپرچه (اسکوتلوم)، وجود یا عدم وجود غدد بویایی[۸] و شکل دهانه آنها از صفاتی هستند که برای شناسایی مورد استفاده می باشند. در افراد بالغ این حشرات غدد بویایی در ناحیه قفس سینه و بین پیش ران پاهای دوم و سوم قابل رویت است که در مرحله پورگی در بخش پشتی شکم دیده می شود.

---

1. Paramere
2. Base
3. Body
4. Sensory tubercules
5. Hypophysis
6. Aedeagus
7. thorax
8. Scent gland



شکل۲-۲۶: غدد بویایی در سنهای خانواده Miridae: الف) سن *Opistheurista* clandestina، ب) سن *Lygus lineolaris*

چشم ساده: سنها علاوه بر چشم مرکب ممکن است دارای چشم ساده یا فاقد آن باشند. در صورت وجود چشم ساده تعداد آنها ۲ عدد خواهد بود. وجود یا عدم وجود چشمهای ساده و مرکب در تشخیص مهم می باشند به طوری که عدم داشتن چشم ساده در سنهای خانواده Miridae آنها را از دیگر سنها در شناسایی کمک می کند.

راسته سنها از نظر محل زندگی به ۳ زیر راسته تقسیم می شوند:

- زیر راسته Hydrocorisae (Cryptocerata): آبزی، شاخکها کوتاه و در شیار زیر سر قرار دارد و از بالا دیده نمی شود.

- زیر راسته Geocorisae (Gymnocerata): خشکی زی، شاخکها بلند و از بالا مشخص هستند.

- زیر راسته Amphicrisae: شامل سنهای نیمه آبزی که در سطح آب زندگی کرده و راه می روند.

بورر و همکاران (۱۹۸۹) نیم سخت بال بودن بالهای جلویی را مبنای طبقه بندی سنها قرار داده و آنها را مستقیماً در یک راسته مستقل به نام Hemiptera قرار داده که به شرح زیر می باشد:

1- Suborder Enicocephalomorpha
Enicocephalidae

2- Suborder Dipsocoromorpha
Dipsoc6ridae (Cryptostemmatidae in part, Ceratocombidae)
Schizopteridae (Cryptostemmatidae in part)

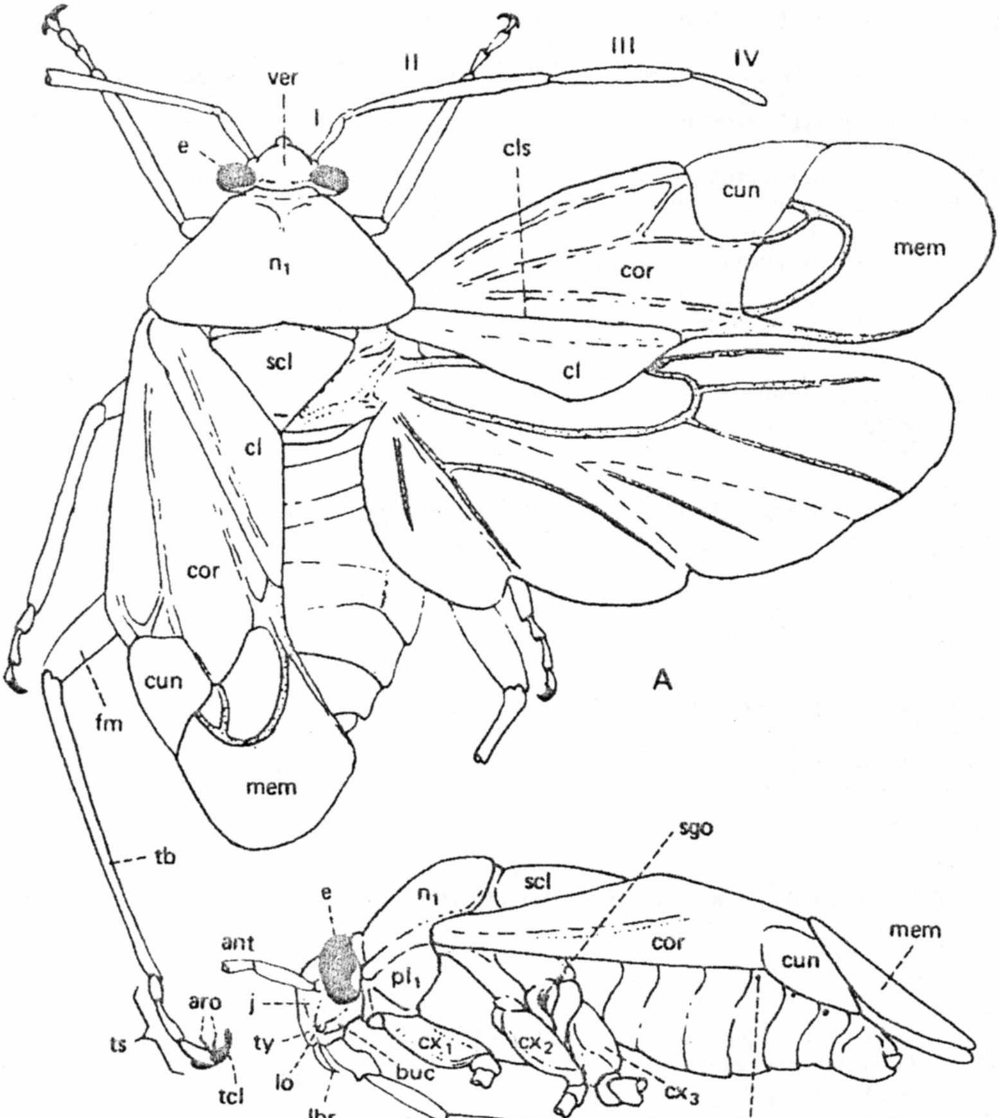
3- Suborder Nepomorpha (aquatic bugs)
Nepidae
Belostomatidae (Belostomidae)
Corixidae
Ochteridae
Gelastocoridae (Galgulidae)
Naucoridae
Notonectidae
Pleidae

4- Suborder Gerromorpha (Amphibicorizae in part): semiaquatic bugs
Mesoveliidae
Hydrometridae
Hebridae
Macroveliidae
Veliidae
Gerridae

5- Suborder Leptopodomorpha
Saldidae
Leptopodidae

6- Suborder Cimicomorpha
Thaumastocoridae
Tingidae
Microphysidae
Miridae (including Isometopidae): leaf bugs, Plant bugs
Nabidae
Anthocoridae
Cimicidae
Polyctenidae
Reduviidae (including Phymatidae and Ploiariidae)

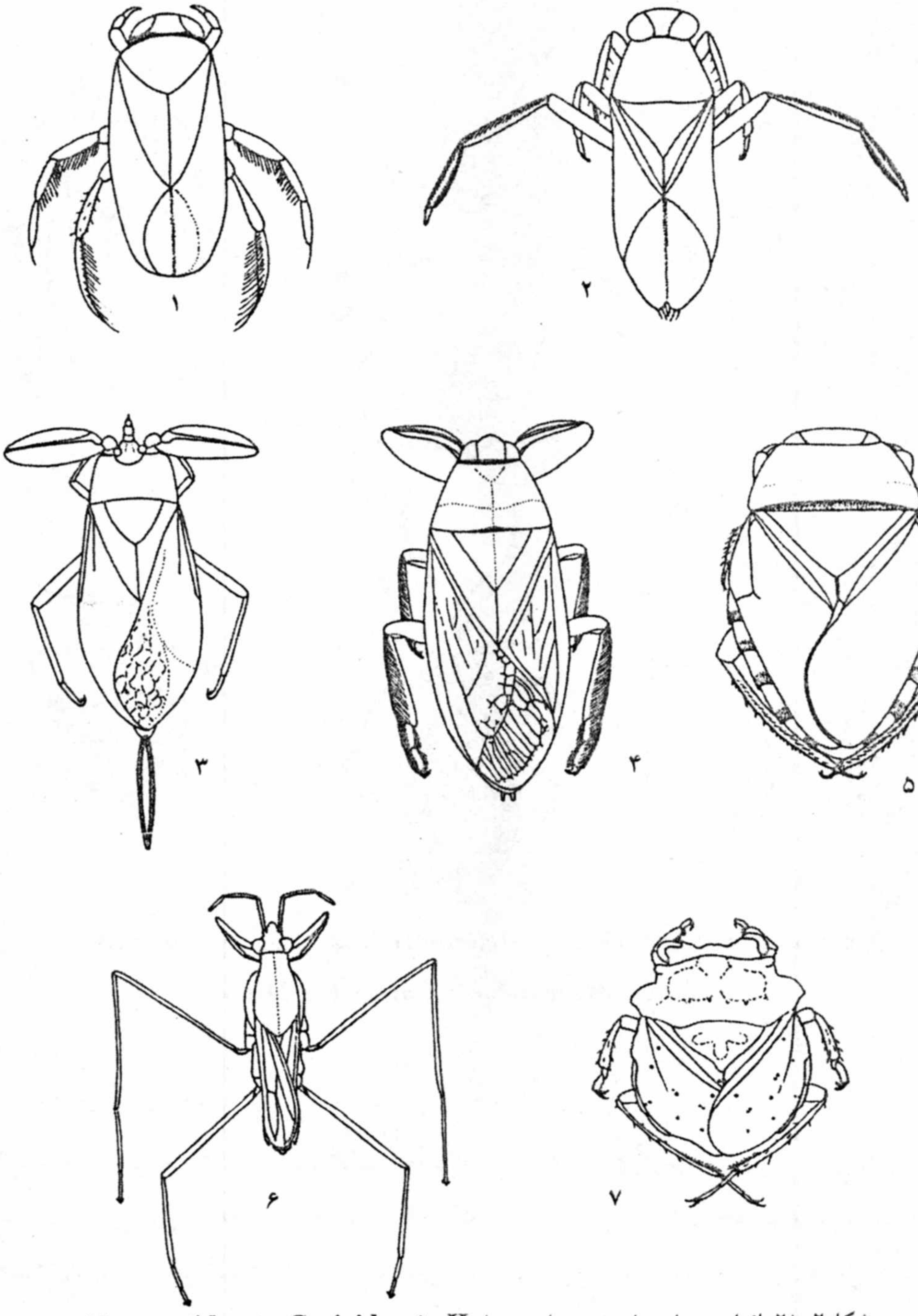
7- Suborder Pentatomorpha
Aradidae
Piesmatidae
Berytidae (Neididae)
Lygaeidae
Largidae
Pyrrhocoridae
Coreidae
Alydidae (Coriscidae)
Rhopalidae (Corizidae)
Cydnidae
Thyreocoridae (Corimelaenidae)
Scutelleridae
Pentatomidae (including Podopidae)
Acanthosomatidae (Pentatomidae in part)



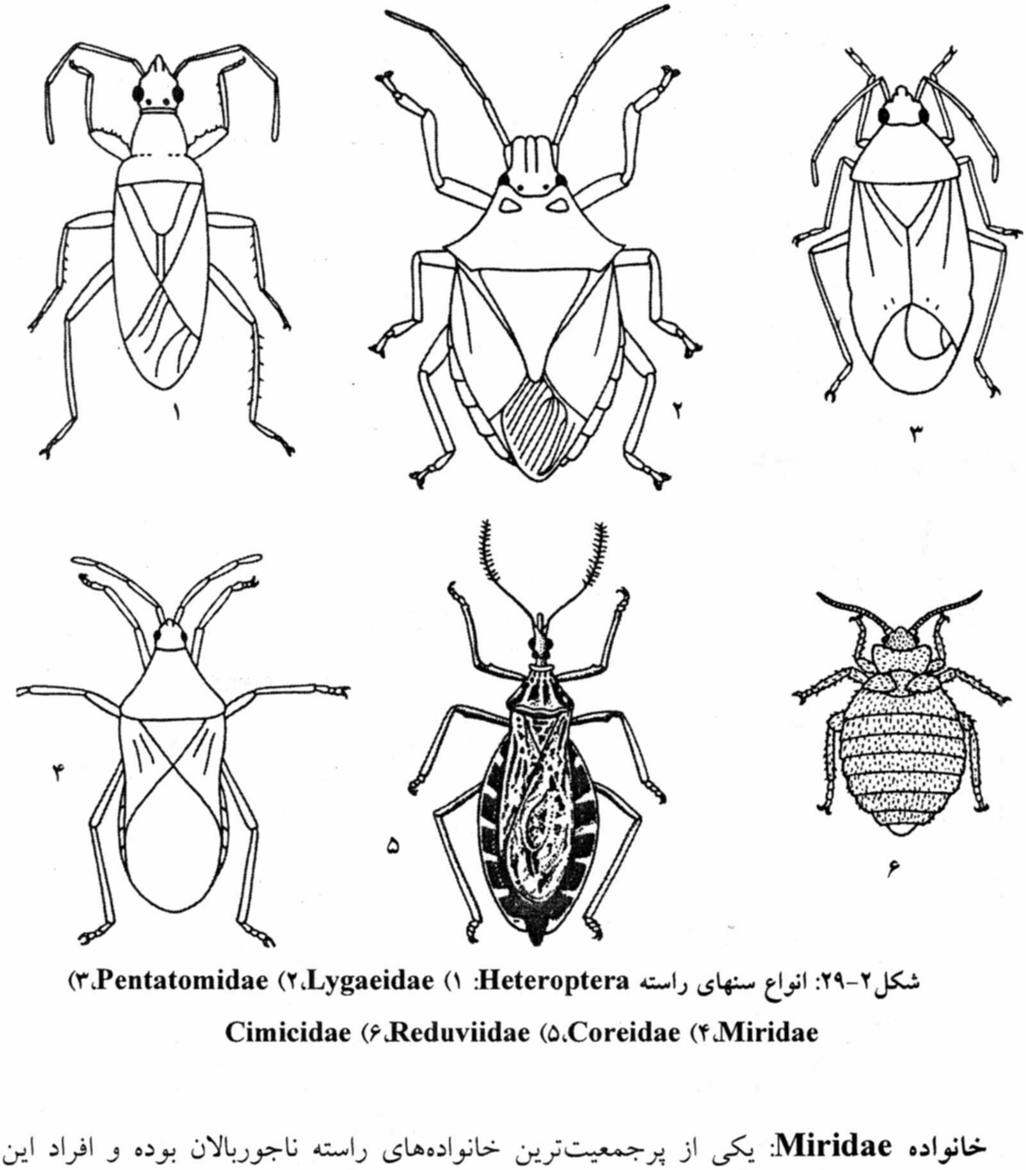
شکل۲-۲۷: ساختار بدن در سنهای خانواده Miridae ((*Lygus oblineatus* (Say))

A: سطح پشتی، B: سطح جانبی

ant (شاخک)، aro (آرولیا)، bk (خرطوم)، buc (buccula)، cl (کلاووس)، cls (درز کلاوال)، cor (کوریوم)، cun (کونئوس)، cx (کوکسا)، e (چشم مرکب)، fm (ران)، j (ژوگوم)، lbr (لب بالا)، lo (لوروم)، mem (بخش غشایی بال)، n1 (پرونوتوم)، pl1 (propleuron)، scl (سپرچه)، sgo (سوراخ غدد بویایی)، spr (اسپیراکل)، ts (تارسوس)، ty (تایلوس)، ver (فرق سر)، I-IV (بندهای ۱ تا ۴ شاخک)



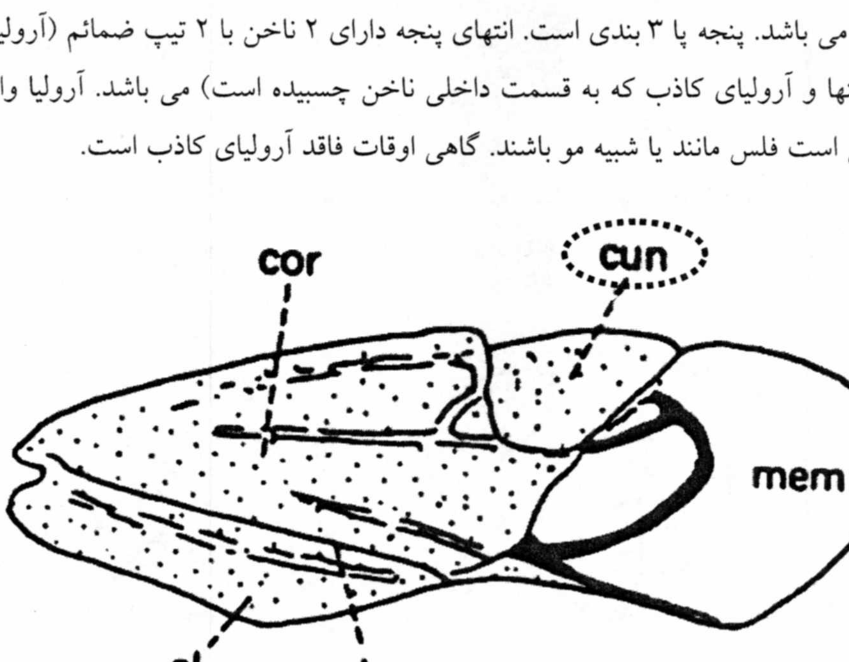
شکل۲-۲۸: انواع سنهای راسته **Heteroptera**: ۱) **Corixidae**، ۲) **Notonectidae**، ۳) **Nepidae**، ۴) **Belostomatidae**، ۵) **Naucoridae**، ۶) **Gerridae**، ۷) **Gelastocoridae**



شکل۲-۲۹: انواع سنهای راسته Heteroptera: ۱) Lygaeidae، ۲) Pentatomidae، ۳) Miridae، ۴) Coreidae، ۵) Reduviidae، ۶) Cimicidae

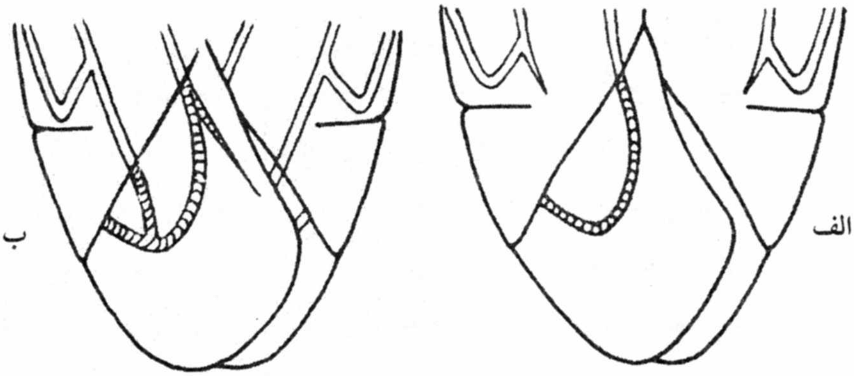
خانواده Miridae: یکی از پرجمعیت‌ترین خانواده‌های راسته ناجوربالان بوده و افراد این خانواده علاوه بر اختلافات مرفولوژیک متعدد به ویژه داشتن کونئوس مشخص در بالهای جلو به راحتی از سایر خانواده های نزدیک و مشابه و همچنین به خاطر فقدان چشمهای ساده از خانواده Anthocoridae قابل تشخیص است. سنهای گیاهخوار این خانواده از مهمترین عوامل خسارتزای مزارع یونجه بذری، پنبه و سایر گیاهان بذری می باشند. گونه های موجود در این خانواده دامنه میزبانی وسیعی داشته به طوری که عده ای گیاهخوار بوده و برخی رژیم غذایی شکارگری دارند. از ویژگیهای مهم افراد این خانواده آرایش خارهای ساق پا و تقسیمات بین ناخنهای پنجه پای عقب

می باشد. ساختمان ناخن یکی از مهمترین صفاتی است که در رده بندی استفاده می شود. در افراد این خانواده اندازه بدن کوچک و به طول ۲-۱۱ میلیمتر، بدن بیضوی تا کشیده، نرم و به رنگهای گوناگون می باشد. برخی از گونه ها دارای نقوش رنگین قرمز روشن، نارنجی، سبز یا سفید هستند. چشمها بزرگ و معمولاً در حاشیه جلویی سر قرار دارند و در نرها بزرگتر از ماده ها می باشد. پرونوتوم معمولاً ذوزنقه ای شکل است و حاشیه جلویی آن اغلب به وسیله شیاری جدا شده و تشکیل حلقه باریک گردنی را می دهد. سپرچه مثلثی شکل است و قسمت جلوی آن به وسیله شیاری افقی جدا می شود که اغلب کاملاً به وسیله حاشیه عقبی پرونوتوم پوشیده می شود. در قسمت قفس سینه، شکل پرونوتوم، ساختمان پرواسترنوم (مقعر، پهن و محدب) و در قسمت بالپوش، تزئینات ریز (Microsculpturing) پوشش مو، موهای دوتایی نیمه راست و موهای زبر پهن و متراکم می باشد. بال جلویی علاوه بر کوریوم و کلاووس و غشاء، دارای کونئوس مشخص نیز می باشد. در قسمت غشاء بال ۲ سلول بسته متصل به کونئوس وجود دارد ولی گاهی اوقات فقط یک سلول موجود است مانند جنس *Hemisphaerodella* خرطوم ۴ بندی بوده و طول آن در رده بندی مهم می باشد. پنجه پا ۳ بندی است. انتهای پنجه دارای ۲ ناخن با ۲ تیپ ضمائم (آرولیا در بین قاعده ناخنها و آرولیای کاذب که به قسمت داخلی ناخن چسبیده است) می باشد. آرولیا واقعی و کاذب ممکن است فلس مانند یا شبیه مو باشند. گاهی اوقات فاقد آرولیای کاذب است.

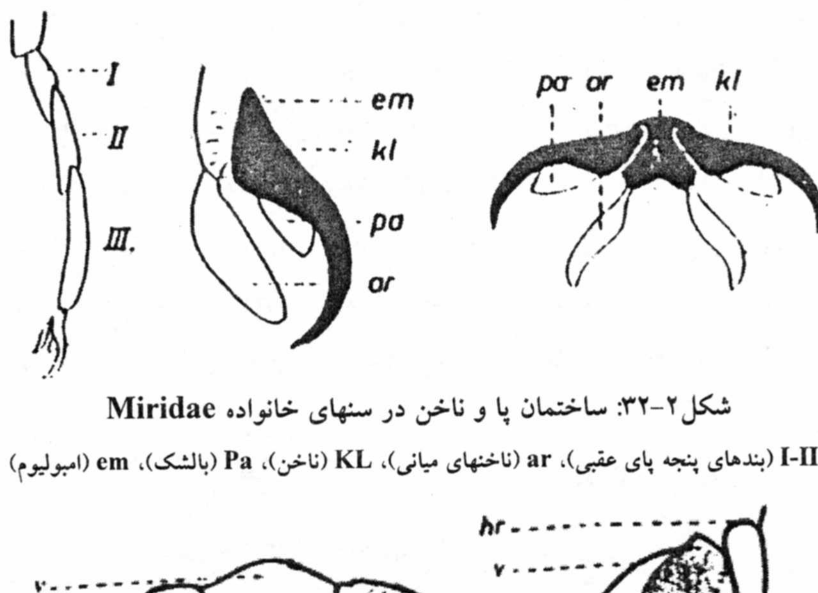


شکل۲-۳۰: ساختمان بال در سنهای خانواده Miridae

***Cl*: Clavus, *Cls*: Clavus suture, *Cor*: Corium, *Cun*: Cuneus, *Mem*: Membrane**

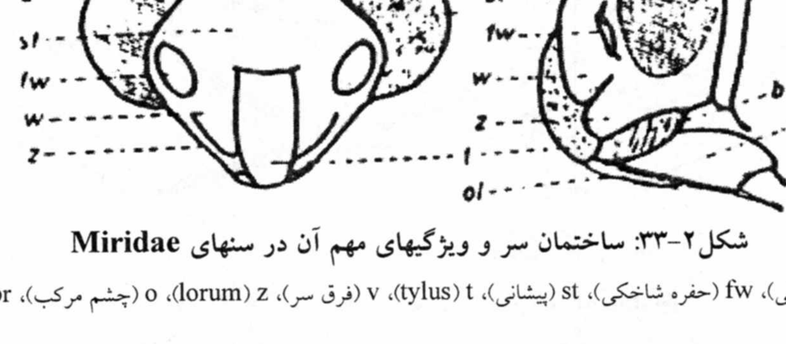


شکل۲-۳۱: سلولهای بال در سنهای خانواده Miridae: الف) دارای یک سلول بسته بال، ب) دارای دو سلول بسته بال



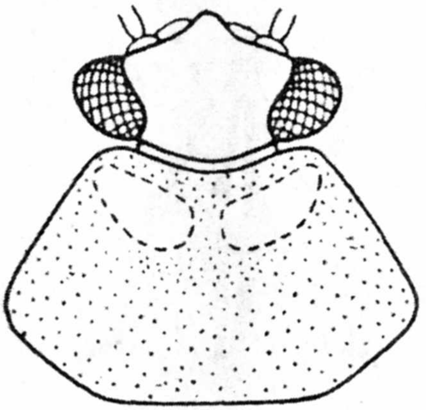
شکل۲-۳۲: ساختمان پا و ناخن در سنهای خانواده Miridae

I-III (بندهای پنجه پای عقبی)، **ar** (ناخنهای میانی)، **KL** (ناخن)، **Pa** (بالشک)، **em** (امبولیوم)



شکل۲-۳۳: ساختمان سر و ویژگیهای مهم آن در سنهای Miridae

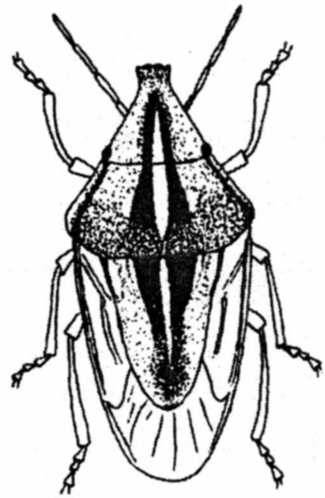
b (حفره دهانی)، fw (حفره شاخکی)، st (پیشانی)، t (tylus)، v (فرق سر)، z (lorum)، o (چشم مرکب)، br (کولار)



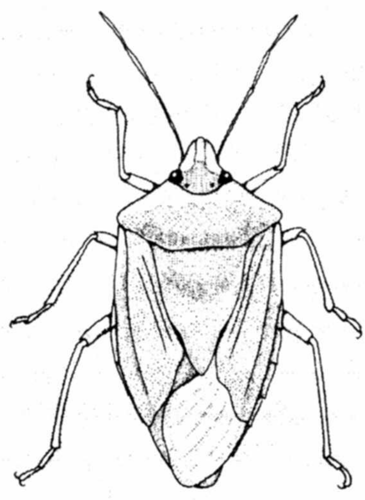
شکل۲-۳۴: پرونوتوم و کالی در سنهای خانواده Miridae

بند جنسی در نرها معمولاً تشکیل مخروط کاملی در انتهای شکم می دهد که داخل بندهای قبلی نشده و معمولاً بزرگتر از آنها نیز می باشد. سوراخ جنسی در پشت قرار گرفته و گاهی کم و بیش به طرف چپ متمایل شده است. پارامرها که عمل حفاظت ارگانهای جنسی را به عهده دارند شامل دو بخش تنه یا بدنه و پایه می باشد که هر کدام از اهمیت زیادی در طبقه بندی سنهای این خانواده برخوردار هستند. بدنه پارامر دارای ۲ برآمدگی کوهان مانند به نامهای آپوفیز یا هیپوفیز و لوب حسی هستند. عموماً شکل آپوفیز همانند چنگک یا قلاب است و لوب حسی نیز اغلب دندانه هدار و حاوی موهای حسی است. پارامرها غیر متقارن و به وضوح از نظر شکل متفاوت می باشند، پارامر چپ تقریباً همیشه بزرگتر از پارامر راست است و در بعضی از سنهای این خانواده پارامر راست کاهش اندازه یافته است. شکل پارامرهای ژنیتالیا در هر گونه همیشه ثابت است و از اختصاصات بسیار عالی در تشخیص گونه ها می باشد. با وجود این در برخی گونه ها (مانند افراد قبیله Halticini) شباهت بین پارامر گونه ها بسیار زیاد است.

خانواده Pentatomidae (سنهای بدبو): این خانواده گروهی بزرگ و شناخته شده از سنها را تشکیل می دهد و افراد آن را به سادگی توسط شکل گرد یا تخم مرغی و شاخکهای ۵ مفصلی شناخته می شوند. از این خانواده می توان به گونه هایی از قبیل سنهای جنس *Aelia* در مزارع گندم و جو و همچنین سن سبز *Nezara viridula* اشاره نمود.



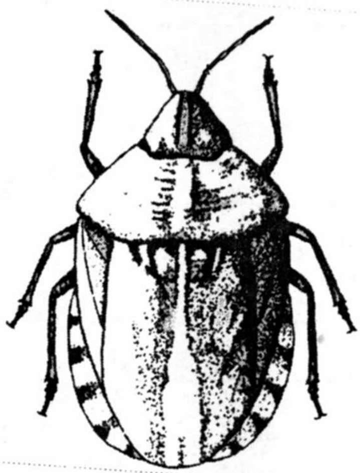
شکل۲-۳۵: سن **Aelia furcula**



شکل۲-۳۶: سن سبز پنبه **Nezara viridula**

خانواده Scutelleridae (سنهای سپردار): این سنها شبیه سنهای بدبو هستند ولی سپرچه آنها بسیار بزرگ بوده و به نوک شکم می رسد. بالها نیز فقط از زیر حاشیه سپرچه قابل رویت می باشند. در این خانواده نیز گونه های مهمی از جمله سن گندم *Eurygaster integriceps* وجود دارد که از آفات مهم گندم در ایران می باشد. سن گندم مهمترین آفت گندم و جو در ایران می باشد و در اکثر مناطق گندمکاری ایران انتشار دارد. از جنس *Eurygaster* Lap علاوه بر گونه مذکور، سن مغربی (*E . maura* L.) و گونه *E . testudinaria* Geoffr در ایران وجود دارد

ولی خسارت مربوط به سن معمولی گندم است که آن تاریخچه بسیار طولانی دارد و در حال حاضر مهمترین مسئله گیاه پزشکی ایران محسوب می شود.



شکل۲-۳۷: سن معمولی گندم *Eurygaster integriceps*

خانواده Tingidae: این خانواده گروه بزرگی از سنهای کوچک هستند که سطح پشتی بدنشان دارای نقوش مشبک متعددی است. این ظاهر توری شکل تنها در بالغین دیده می شود و پوره ها اغلب خاردار هستند. این سنها گیاهخوار بوده و تغذیه آنها از برگ درختان باعث بروز لکه های زرد رنگب می شود ولی با تغذیه مداوم برگها قهوه ای شده و می ریزند. سنک گلابی *Stephanitis pyri* از آفات درختان میوه در ایران می باشد.

خانواده Cimicidae (سنهای رختخواب): این حشرات دارای بدنی مسطح و تخم مرغی پهن بوده و بی بال می باشند. طول آنها حدود ۶ میلیمتر است و با مکیدن خون پرندگان و پستانداران تغذیه می کنند. سن رختخواب معمولی (ساس) که به انسان حمله می کند *Cimex lectularius* نام دارد.

خانواده Reduviidae (سنهای قاتل): بیشتر گونه های این خانواده شکارگر بوده و از حشرات دیگر تغذیه می کنند ولی عده معدودی خونخوار هستند و به انسان آسیب می رسانند. خرطوم کوتاه و سه مفصلی است و درون شیار تولید صدا در پیش قفس سینه قرار می گیرد.

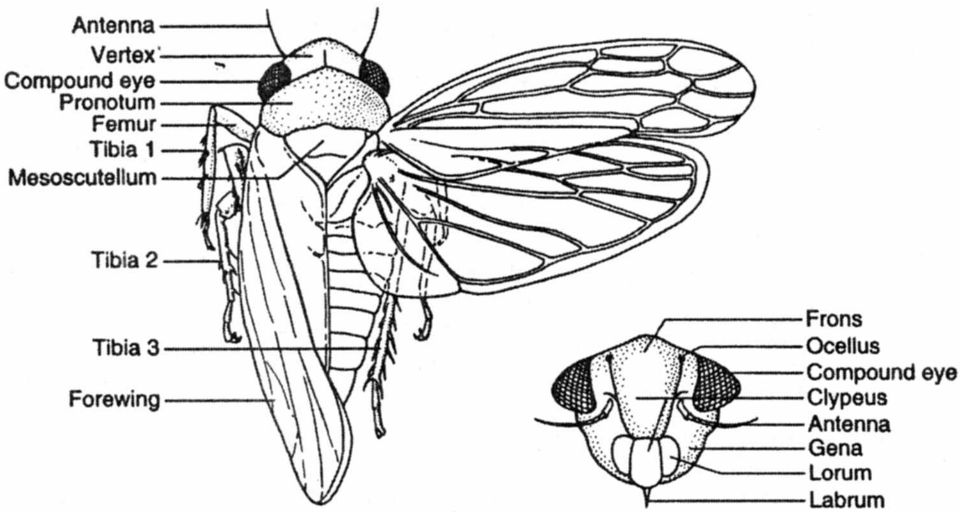
خانواده Hydrometridae (سنهای آب گز کن): سن های کوچک (حدود ۸ میلیمتر) با بدنی کشیده هستند که بر روی آب راه می روند و در آبهای کم عمق مثل باتلاق ها دیده می شوند. سر این سنها خیلی بلند و باریک بوده و چشمهایشان مشخصاً از دو طرف بیرون زده است. این حشرات معمولاً بی بال هستند.

خانواده Anthocoridae: این خانواده شامل تعدادی حشرات کوچک و نامشخص می باشد که در روی گلها و جاهای کم و بیش مخفی زندگی می کنند و بسیاری از آنها شکارگر هستند. جثه آن بسیار کوچک و به رنگ سیاه می باشد. حشرات این خانواده که تعداد زیادی از آنها شکارگر می باشند از لحاظ دارا بودن یک شکاف متحرک به نام امبولیوم در قسمت خارجی کوریوم مشخص شده و با اکثر حشرات راسته ناجوربالان اختلاف پیدا می کنند. قسمت غشایی بالپوش دارای یک سلول سه گوش کشیده عرضی در طول کناره کوریوم است که از آن چندید رگ طولی منشعب می شود. افراد این خانواده دارای قطعات دهانی از نوع پیش دهانیان، دو چشم ساده تکامل یافته و بدنی پهن می باشند. سر در آنها نسبتاً نوک تیز است. بسیاری از گونه ها، سیاه رنگ هستند. خصوصیات این خانواده مانند خانواده Miridae بوده با این تفاوت که در این خانواده چشمهای ساده وجود دارد ولی خانواده Miridae فاقد چشم ساده می باشد. ساختار ژنیتالیا متغیر و ندرتاً وجود دارد. پوره ها دارای سه غده بویایی هستند که این غدد در سطح پشتی شکم در مفاصل سوم، چهارم و پنجم شکم قرار دارند. پوره های سن اول پس از خارج شدن از تخم و بعد از چند لحظه استراحت به دنبال طعمه می گردند. این پوره ها دارای رنگ عمومی زرد و روشن و چشمهای قرمز رنگ می باشند. رنگ پوره های سن دو، سه و چهار در سنین مختلف به تدریج از تیره به قهوه ای روشن تغییر می کند. در تمام مراحل رشد، سن شکارگر با فرو بردن خرطوم خود به درون بدن میزبان، ضمن فلج کردن شکار، محتویات بدن آنرا می مکد. از جمله شکارگرهای مهم این خانواده می توان به سنهای جنس *Orius* اشاره نمود.

راسته جوربالان، Homoptera

نام انگلیسی: Cicadas، Hoppers، White flies و Scale Insects

راسته جوربالان خواه از نظر کثرت گونه ها و خواه از نظر در بر داشتن تعداد زیادی از گونه های اقتصادی یکی از مهمترین راسته های حشرات به شمار می رود. افرادی با جثه کوچک تا بزرگ بوده و طول بدن معمولاً بین ۰/۳-۸ میلیمتر است. دارای فرمهای بالدار وبی بال می باشند. شکل بدن بسیار متغیر بوده و معمولاً به سمت عقب به تدریج باریکتر می شود. بدن به شکل کروی، دراز و یا استوانه ای بوده و در بعضی از گونه ها از پهلو و یا از سطح پشتی بدن به طرف داخل فشرده شده است. سر ثابت و به فرم پروگنات بوده و به طور تنگاتنگی به پیش قفس سینه اتصال دارد. سر به سمت عقب باریکتر شده ولی در این قسمت هرگز به شکل گردن نمی باشد. قطعات دهان به فرم زننده مکنده و خرطوم (لب پایین) نیز ۳ مفصلی بوده و اکثراً از نزدیکی قسمت عقبی زیر سر و در بعضی از گونه ها نیز از مابین پیش ران های جلویی خارج می شود. خرطوم معمولاً دراز و به خوبی رشد یافته و گاه نیز کوتاه بوده و حتی برخی از شپشکهای گیاهی فاقد آن می باشند. استیله ها درازتر از طول بدن بوده و در این صورت آنها به شکل مارپیچ در داخل خرطوم تاخورده و درون محفظه ای قرار می گیرند. استیله ها در تعدادی از گونه ها و به ویژه افراد نر و برخی از ماده های خانواده Coccidae و همچنین در تعدادی از افراد نر و ماده شته ها بسیار کوتاه بوده و اکثراً به شکل زواید مو مانندی در داخل حفره ای در خرطوم استقرار می یابند. بعضی از گونه ها نیز فاقد استیله می باشند. در داخل خرطوم علاوه بر شیارهایی که استیله ها در آن قرار می گیرند دارای یک لوله مکش در بالا و یک لوله بزاقی در پایین می باشد. استیله ها برای سوراخ و یا پاره کردن نسوج گیاهی به کار می روند. کلیپئوس معمولاً بزرگ بوده و از دو قطعه تشکیل می شود که شامل کلیپئوس جلویی و کلیپئوس عقبی می باشد. چشمهای مرکب معمولاً رشد یافته و در برخی از گونه ها نیز کوچک شده واز چند اوماتیدی تشکیل می شوند. فرم های بالدار حاوی ۲ و یا ۳ عدد چشم ساده هستند. شاخکها معمولاً ۳-۱۰ مفصلی و به خوبی رشد یافته و اکثراً نیز کوتاهتر از طول بدن هستند. در افراد نر برخی از شپشکهای گیاهی شاخکها تا ۲۵ بند نیز دارا می باشند.



شکل۲-۳۸: شکل خارجی حشرات راسته Homoptera

در فرمهای بی بال، حلقه های قفس سینه معمولاً با هم ادغام شده و محل اتصال آن به شکم نیز تقریباً نا مشخص است ولی در فرمهای بالدار حلقه های قفس سینه از هم جدا و به خوبی رشد یافته و به طور آشکار از شکم متمایز می باشند. به علاوه در این افراد میان قفس سینه به وضوح بزرگتر از سایر حلقه های قفس سینه می باشد. سپرچه رشد کرده و به شکل ۳ گوش است. فرمهای بالدار معمولاً دارای ۲ جفت بال غشایی بزرگ و یا کوچک هستند. رگبالها معمولاً ساده وتعداد آن نیز کمتر بوده و در گونه های خانواده Cicadidae نیز بالها حاوی رگهای عرضی می باشند. بالهای جلویی گاه ضخیم، رنگین و دارای نقش و نگار بوده و همواره بزرگتر از بالهای عقبی هستند. ساختمان پاهای این حشرات مناسب برای راه رفتن و بالا رفتن است. پاها کوتاه، دراز و یا به شکل استوانه ای بوده و حتی در گونه های جهنده نیز تغییرات عمده ای در آنها مشاهده نمی شود. پنجه ها معمولاً ۲-۳ بندی و به ندرت یک بندی است. گاه نیز بدون مفصل می باشد. اولین بند پنجه معمولاً کوتاهتر از بند انتهایی آن است. پنجه ها به ۱-۲ ناخن منتهی می شوند. شکم معمولاً مشخص می باشد ولی در افراد ماده شپشکهای گیاهی و شته ها حلقه بندی آن ضعیف بوده و گاه نیز حلقه های شکم با هم ادغام شده اند. تعداد حلقه های شکم بین ۹-۱۱عدد متغیر است. در قسمت قاعده شکم افراد نر گونه های متعلق به خانواده هایCicadidae دستگاه تولید صدا وجود دارد. در برخی از گونه های جوربالان در روی شکم دارای لوله های ترشحی عسلک، غدد مومی و نیز برجستگی ویژه ای می باشد. در افراد این راسته معمولاً اندامهای تناسلی به خوبی رشد یافته است. تخمریزدر اکثر گونه ها به وضوح

برجسته است. در این حشرات دگردیسی ناقص بوده و پوره ها پس از خروج از تخم ضمن تعویض چندین بار پوست بدن به نشوونمای خود ادامه داده و نهایتاً پس از آخرین پوست اندازی نیز به حشره کامل تبدیل می شوند. در شته ها چندشکلی جنسی به طرز آشکاری مشاهده می شود و در این گونه ها نسل های بکرزا و جنسی متعاقب یکدیگر تولید می شوند.

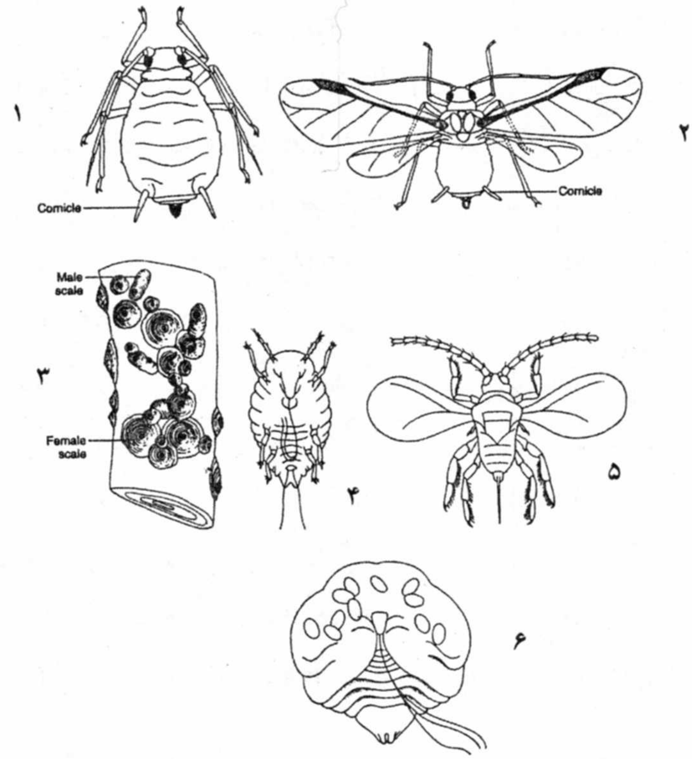
راسته جوربالان به دو زیرراسته Auchenorrhyncha و Stenorrhyncha تقسیم می شود.

۱- زیرراسته Auchenorrhyncha

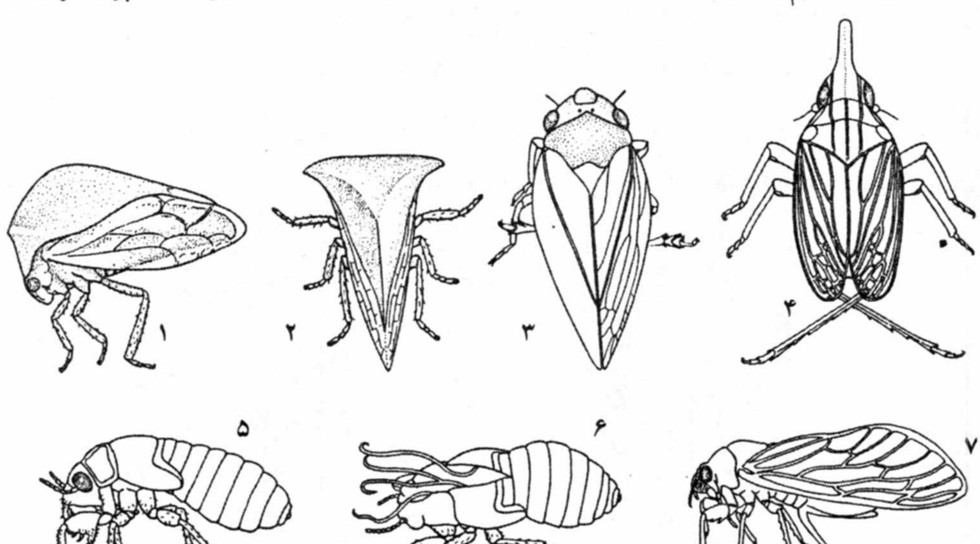
افراد این زیرراسته شامل زنجره ها و زنجرکها هستند که به صورت حشرات خوب پرواز و یا حشراتی که خوب می جهند درآمده اند. پنجه پا در افراد این زیرراسته ۳ بندی، شاخک بسیار کوتاه و مو مانند است. زنجره ها حشرات نسبتاً بزرگی هستند که دارای بالهای غشایی و ۳ چشم ساده می باشند. زنجرکها حشرات ریز تا بسیار ریزی می باشند که بالهای جلویی آنها کم و بیش ضخیم شده است. معمولاً دارای ۲ چشم ساده هستند و یا اینکه فاقد چشم ساده اند. این زیرراسته دارای خانواده های Cicadidae، Membracidae، Cercopidae، Cicadellidae، Delphacida، Fulgoridae و ... می باشد.

۲- زیرراسته Stenorrhyncha

افراد متعلق به این زیرراسته اکثراً حشرات غیرفعالی هستند. تعداد بندهای پنجه پا ۱-۲ حلقه است و شاخکها در صورتیکه وجود داشته باشند طویل و نخ مانند هستند. بسیاری از افراد این زیرراسته بدون بال هستند و برخی از شپشکها فاقد پا و شاخک بوده و ظاهر آنها خیلی شبیه حشرات دیگر نیست. این زیرراسته دارای خانواده های زیادی از قبیل Psyllidae، Aleyrodidae، Aphididae، Coccidae و ... می باشد.



شکل۲-۳۹: انواع حشرات راسته جوربالان (زیر راسته Sternorrhyncha): ۱) فرم بی بال ماده Aphididae، ۲) فرم بالدار ماده Aphididae، ۳-۶) Diaspididae (scale روی شاخه، پوره، نر و ماده)



شکل۲-۴۰: انواع حشرات راسته Homoptera (زیر راسته Auchenorrhyncha): ۱و۲) Membracidae، ۳) Cercopidae، ۴) Fulgoridae، ۵-۷) *Magicicada septendeoma*

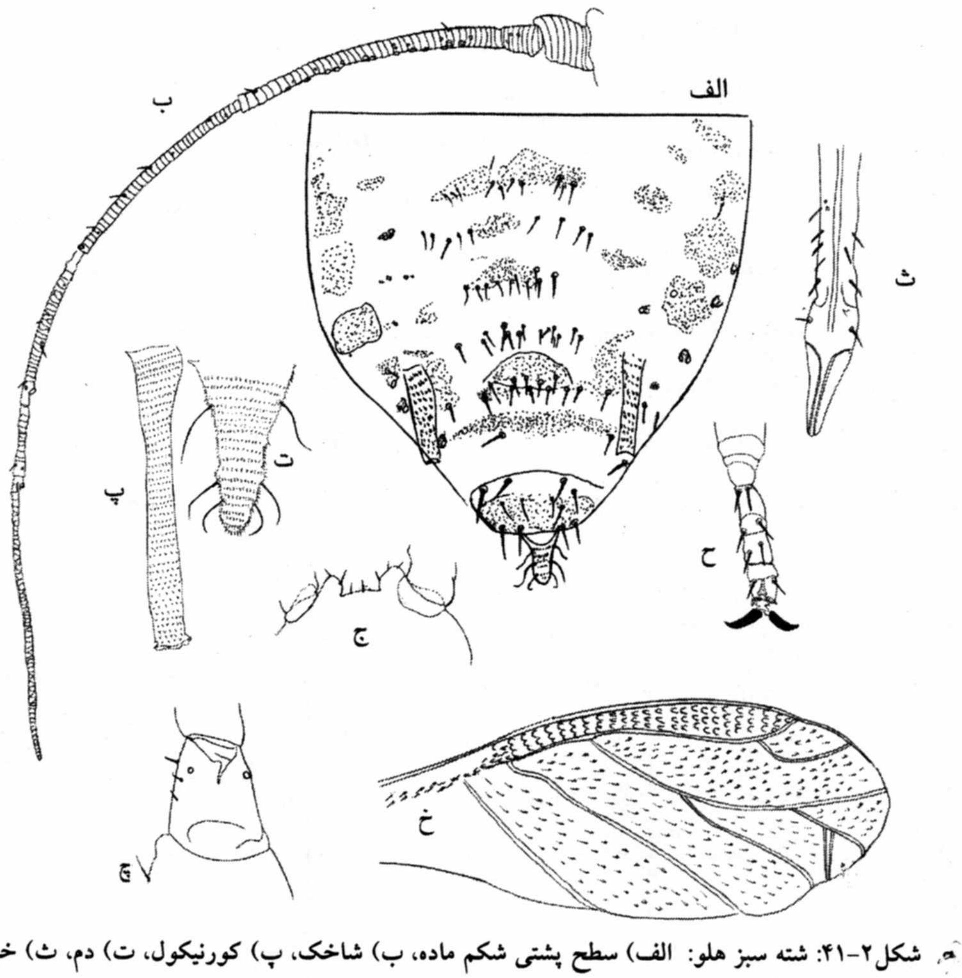
تقریباً کلیه گونه های جوربالان گیاهخوارند و تعداد زیادی از آنها خسارت قابل توجهی را در گیاهان به بار می آورند. با وجود این، بعضی از گونه های نیز متغیر بوده و با تولید مواد رنگی، موم، لاک و یا مواد شیرین در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. حشرات این راسته به علت داشتن قطعات دهانی مکنده از شیره گیاهی تغذیه و باعث خسارت مستقیم می شوند ولی خسارت غیر مستقیم آنها از طریق ترشح عسلک است که باعث جمع آوری گرد و خاک و نشوونمای قارچهای ساپروفیت مانند فوماژین می شود و به گیاه خسارت می زند. مهمترین نوع خسارت افراد این راسته، انتقال بیماریهای ویروسی می باشد. هر یک از گونه های جوربالان، هنگام تغذیه از نسوج گیاهی در صورتیکه ماده ترشحی آن سبب ظهور اندام گیاه شود به این گونه Toxigenic اطلاق می گردد و برعکس، اگر در شرایط خاصی به بیماری سبب نگردد به آن گونه نیز Toxiniferous گفته می شود.

خانواده زنجره های آوازه خوان (Cicadidae): حشراتی نسبتاً بزرگ، دارای سر کوتاه ولی پهن، دو جفت بال غشائی که موقع استراحت به صورت شیروانی روی بدن قرار می گیرد، شاخک ها کوتاه، ران های جلوئی پهن و مجهز به خارهای قوی، انتهای شکم مجهز به تخمریز، پنجه ها سه مفصلی، چشم های مرکب درشت، به رنگ های سبز، سبز متمایل به زرد، قهوه ای، خاکستری و سیاه. یکی از خصوصیات مهم این خانواده تولید صدا می باشد که توسط افراد نر ایجاد می گردد. صدا در آنها به وسیله یک جفت اندام تولید صدا که در سطح پشتی و قاعده اولین بند شکم قرار گرفته است تولید می شود. از گونه های مهم این خانواده می توان به زنجره مو اشاره نمود.

خانواده زنجرکهای برگی (Cicadellidae): حشرات کوچک و کشیده، شکل عمومی مثلثی، سر کوتاه ولی عریض با چشم های مرکب درشت، دارای دو جفت بال غشائی بوده که در موقع استراحت به حالت شیروانی روی بدن قرار می گیرند. مشخصه بارز این خانواده وجود خارهای متحرک بر روی دو طرف ساق های پاهای عقبی می باشد. پنجه ها ۳ مفصلی بوده که به ۲ ناخن منتهی می شود. از جمله حشرات مهم این خانواده می توان به زنجرک سیب زمینی و چغندرقند اشاره نمود.

خانواده شته ها (Aphididae): حشراتی کوچک (۳ تا ۶ میلیمتر)، ظریف و کم و بیش گلابی شکل هستند، هم بال دار و هم بی بال، به رنگ های مختلف سبز، سیاه، قهوه ای و قرمز، شاخک ها و پاها نسبتاً بلند، شکم ۹ مفصلی و انتهای آن کشیده و دم مانند، پشت مفصل ششم شکم یک جفت استطاله لوله مانند به نام کورنیکول (Cornicles) وجود دارد که مواد موم مانندی را ترشح می کنند. شاخک ها شش مفصلی و منتهی به یک زائده، پنجه ها ۲ مفصلی و منتهی به ۲ ناخن است.

شته ها از آفات مهم کشاورزی محسوب شده و با تغذیه از شیره نباتی و ترشح عسلک و همچنین انتقال بیماریهای ویروسی سبب خسارت در محصولات کشاورزی می شوند. از جمله گونه های مهم این خانواده می توان به شته سبز هلو اشاره نمود.



شکل۲-۴۱: شته سبز هلو: الف) سطح پشتی شکم ماده، ب) شاخک، پ) کورنیکول، ت) دم، ث) خرطوم، ج) قسمت جلویی سر از سطح پشتی، چ) پی ران پای عقبی، ح) پنجه پای عقبی، خ) بال جلویی

اصطلاحات مربوط به شته ها:

در شته ها به علت اختلافاتی که در زندگی و تکثیرشان نسبت به سایر گروه های حشرات وجود دارد واژه های خاصی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین برای سهولت در تفهیم مباحث مربوط به شته ها برخی از واژه های مهم و رایج و تعاریف آنها در زیر ارائه شده است. شته ها اکثرا حشراتی چند شکلی می باشند. در تعداد زیادی از گونه ها افراد نر بندرت مشاهده شده و تنها در پاییز بوجود می آیند و گاه نیز کاملاً فاقد افراد نر می باشند. نرها بالدار و یا بی بال بوده و در بعضی از گونه ها نیز هر دو جنس نر و ماده یافت می شود. ماده ها بالدار، بی بال، تخمگذار و یا زنده زا بوده و به طریق جنسی یا غیر جنسی تکثیر پیدا می کنند. تنها ماده های تخمگذار قادر به جفتگیری می باشند.

فرم آگامیک (agamic form): ماده غیر جنسی.

آلاتا (Alata): فرم بالدار؛ ماده بالدار و بکرزا.

آلینیکولا (Alienicola): فرم های شته های هتروسیوس که در روی میزبانهای ثانوی زندگی می کنند؛ ماده غیر جنسی بالدار و یا بی بال. این افراد شامل ماده های بکرزای زنده زای بالدار و یا بی بال بوده و در روی میزبانهای ثانویه زندگی می کنند. از نظر شکل ظاهری اکثراً فرمهایی را تشکیل می دهند که از مهاجرین و فونداتریژنیاها متفاوت می باشند. این افراد در روی میزبانهای ثانویه نسلهای متعددی را تولید می کنند.

آمفی گونیک (Amphigonic = ivipara): ماده جنسی تخمگذار.

آندروسیکلیک (Androcyclic): به منظور انجام تولید مثل جنسی بوجود آوردن تنها یک بار افراد نر در طول سال از طریق تولید مثل غیر جنسی.

آندروپار (Andropara): ماده غیر جنسی بال دار و یا بی بال که افراد نر را تولید می کند.

آن هولوسیکلیک (Anholocyclic): تولید مثل غیر جنسی که در طول سال فرم های جنسی تولید نمی شود.

آپتر (Aptera): ماده غیر جنسی بی بال.

اوتوسیوس (Autoecious = Monoecious): زندگی در طول سال در روی یک میزبان.

اگزول (Exule): ماده غیر جنسی بالدار و یا بی بال که در روی میزبان های ثانویه زندگی می کند.

فرم (Form): جمعیت های موجود در داخل یک گونه که از نظر شکل ظاهری به وضوح از یکدیگر متفاوت می باشند.

فونداتریژنیا (Fundatrigenia): ماده بالدار و یا بی بال حاصل از فونداتریکس ها؛ کلیه نسلهایی که پس از فونداتریکس تولید شده و در روی میزبان اصلی زندگی می کنند. دومین نسلی است که بلافاصله بعد از فونداتریکس ها تولید می شود. این افراد در روی میزبان اصلی زندگی کرده و کلنیهای انبوهی را تولید می کنند. اکثرا افراد این کلنی ها از ماده های بی بال بکرزای زنده زا تشکیل می شود.

فونداتریکس (Fundatrix): اولین نسل بهاری حاصل از تخم های گشنیده شده زمستانگذران در روی میزبان اصلی. به این افراد مادر نسل ها نیز گفته می شود. فونداتریکس ها به استثنای برخی از گونه های خانواده Callaphididae (برای مثال *Drepanosiphum platanoides*) عموماً عبارت از ماده های بکرزای زنده زا می باشند. این افراد اولین نسل تولید شده از تخمهای زمستانه بوده و در آنها اندام های حسی، شاخک و پاها نسبت به سایر فرمها رشد کمتری یافته اند. در فونداتریکسها شاخکها کوتاه و تعداد مفاصل آنها نیز کمتر می باشد. چشمهای مرکب کوچکتر و با تعداد فاست کمتر بوده و شکل کورنیکولها نیز فرق می کند. شکل عمومی بدن فونداتریکسها نسبت به ویرژینوپارهای بی بال نسلهای بعدی کروی تر و درشت تر بوده و بدن نیز در آنها سفت تر است. این افراد در اوایل بهار در روی جوانه های باز نشده و سرشاخه ها زندگی می کنند. فونداتریکسها نسبت به سایر فرمها معمولاً ارتباط نزدیکتری با گیاهان میزبان دارند و بدین سبب نیز افراد مزبور اکثراً به غیر از میزبانهای اصلی در روی سایر گیاهان قادر به زندگی نمی باشند. همچنین قدرت تکثیر فونداتریکسها بیش از سایر فرمها می باشد.

ژینوپار (Gynopara): مهاجرین پاییزی که روی میزبان اصلی عزیمت می کنند؛ ماده غیر جنسی و بالداری که ماده های جنسی را به وجود می آورد.

هتروسیوس (Heteroecious = Dioecious): تعویض میزبان های اصلی و ثانویه در طول زندگی یکساله.

هولوسیکلیک (Holocyclic): وجود یک بار تولید مثل جنسی در داخل تولید مثل غیر جنسی در طول سال.

اووی پار (Ovipara): ماده حقیقی که دارای استعداد جفتگیری و تخمگذاری باشد.

پارتنوژنز (Parthenogenesis): تولیدمثل توسط تخم گشنیده نشده؛ تکثیر بدون نیاز به افراد نر؛ زاد و ولد به طریق بکرزایی.

سکسوپار (Sexupara): فرم تولید کننده نر و ماده حقیقی. این افراد عموماً در روی میزبانهای ثانویه زندگی کرده و در اواخر تابستان پس از به وجود آمدن این افراد بالدار به روی میزبانهای اصلی مهاجرت می کنند. سکسوپارها شامل ماده های بالدار بکرزای زنده زا می باشند.

گونه *Aphis fabae* و سایر شته های هتروسیوس مشابه در اواخر تابستان و یا اویل پاییز مجبور به بازگشت به روی میزبان های اصلی خود باشند. چون اووی پارها بی بال هستند، لذا قبل از ظهور این افراد، تولید یک نسل بالداری که قادر به مهاجرت به روی میزبان اصلی باشد ضروری است. در هر حال بوجود آوردن این نسل بالدار به عهده افراد سکسوپار می باشد. افراد ژینوپار، یعنی مهاجرینی که در پاییز به روی میزبانها عزیمت می کنند از نظر شکل ظاهری به ویرژینوپارهای بالدار بوجود آمده در طول تابستان شبیه می باشند. ولی این افراد ترجیحاً به روی میزبان اصلی برگشته و در روی این گیاهان اووی پارها را تولید می کنند.

با فرا رسیدن فصل پاییز و کوتاه شدن تدریجی طول روز، تعداد قابل توجهی ژینوپارهای بالدار در داخل کلنی شته های هتروسیوس بوجود می آید. ولی انبوهی جمعیت شته و یا تضعیف گیاه میزبان این افراد را تحت تأثیر قرار نمی دهد. پس از بوجود آمدن اولین ژینوپارها، در روی میزبانهای ثانوی نیز افراد نر ظاهر می شوند. اکثر شته های تولید کننده ژینوپارها بعداً نوزادانی را که به افراد نر تبدیل می شوند بوجود می آورند. کاهش فتوپریود و حرارت در این دوره از مهمترین عوامل مؤثر در تولید سکسوپارها بوده و بدین ترتیب تعداد زیاری ژینوپار و افراد نر بوجود می آیند. در هر حال یافتن گیاهان میزبان اصلی توسط این افراد و بوجود آوردن کلنیهای جدید در روی آنها حادثه بزرگ و جالب توجهی بشمار می رود. در طی این مدت اکثر آنها تا پیدا کردن میزبان اصلی تلف شده و تعداد بسیار کمی از ژینوپارها و افراد نر موفق به یافتن میزبان اصلی می گردند.

سکسوئل یا فرم جنسی(Sexual): این افراد در طول زندگی سالیانه شته ها تنها یکبار بوجود آمده و شامل افراد نر و ماده می باشند. ماده ها اکثرا بی بال بوده و تخمگذارند و پس از جفتگیری، تخمهای زمستانه را در روی میزبان اصلی قرار می دهند. در بهار سال آتی از این تخمها افراد فونداتریکس بوجود می آیند.

ماده ها از نظر شکل عمومی بدن از افراد ماده بی بال زنده زای نسلهای قبلی متفاوت می باشند. این ماده ها جثه ای درشت داشته و رنگ بدنشان نیز فرق می کند به طوری که در گونه *Myzus persicae* رنگ بدن ماده های تخمگذار از مایل به قرمز تا قهوه ای روشن مایل به بنفش متغیر بوده ولی ویرژینوپارها به رنگ سبز روشن هستند. همچنین در ماده های تخمگذار، ساق پاهای عقبی عموماً ضخیم بوده و در روی آنها تعداد زیادی تشکلهای ریز غده مانندی بنام ریناریاهای ثانوی یافت می شود. این اندامها با ترشح مایعات خاصی سبب جلب افراد نر می گردند. در بعضی از گروهها و از جمله در گونه های زیرخانواده Eriosomatinae، ماده های تخمگذار بسیار کوچک بوده و فاقد قطعات دهانی فعال می باشند. در این افراد دستگاه گوارش نیز تحلیل رفته است. افراد نر شته ها اکثرا بالدارند، زیرا این افراد فعال بوده و مجبور به یافتن ماده ها می باشند، ولی در بعضی از گونه ها افراد نر هم بالدار و هم بی بال می باشند. در اغلب شته های هتروسیوس افراد نر در روی میزبانهای ثانویه بوجود می آیند و چون این افراد مجبور به گشتن و پیدا کردن میزبان اصلی خود هستند لذا بالدار می باشند. ولی بر عکس، در شته های اوتوسیوس چون ماده ها در حول و حوش نرها قرار دارند مجبور به انجام چنین کاری نبوده و لذا امکان دارد نرهای مزبور بی بال باشند. افراد نر عموماً کوچکتر از ماده ها هستند، ولی نرها دارای شاخکهای طویلتری بوده و روی آنها نیز پوشیده از ریناریاهای ثانوی می باشد.

ویرژینوژنیا (Virginogenia): ماده حاصل از تخم گشنیده نشده.

ویرژینوپار (Virginopara): ماده ای که به طریق بکرزایی نوزاد تولید می کند. ویرژینوپارهای بی بال از گیاهان یکساله ای که غنی از مواد غذایی بوده ولی کوتاه عمر باشند تغذیه کرده و بدین ترتیب قدرت تکثیر قابل توجهی را بدست می آورند. در حالیکه ویرژینوپارهای بالدار به اندازه بی بالها نشو و نمای سریعی نداشته و به اندازه آنها نیز دارای قدرت تکثیر نمی باشند. در هر حال ویرژینوپارهای بالدار به علت دارا بودن استعداد پرواز با ترک گیاه در حال ضعف قادرند کلنیهای جدیدی را در روی گیاه میزبان جدید تشکیل دهند. بدین ترتیب میزبانهای گیاهی که پشت سر هم تعویض می شوند در طی فصول بهار و تابستان منابع غذایی بسیار مناسبی را برای این افراد فراهم می نمایند.

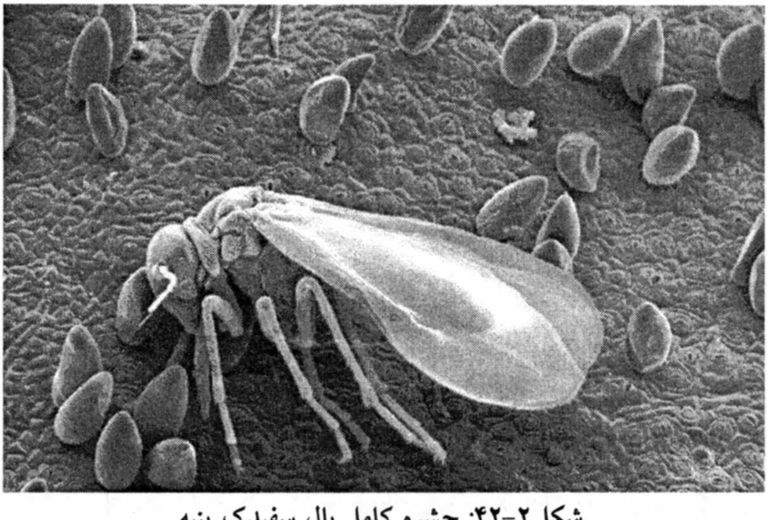
وی وی پار (Vivipara): ماده زنده زا.

مهاجرین (Migrants): فونداتریژنیاها در روی میزبان اصلی بتدریج افزایش یافته و شروع به تشکیل کلنیهای انبوه می نماید. این انبوهی جمعیت به حدی افزایش می یابد که سبب تضعیف

گیاهان مزبور شده و محیط غذایی نامناسبی برای شته ها بوجود می آید. بنابراین در داخل جمعیت بتدریج افراد بالدار افزایش پیدا کرده و نسل مهاجرین بهاری را تشکیل می دهند. این افراد اکثراً عبارت از نسلهای دوم، سوم و یا نسلهای بعدی فونداتریژنیاها بوده و از ماده های بالدار بکرزای زنده زا تشکیل می شوند. افراد مزبور در روی میزبان اصلی زندگی کرده و سپس با ترک آن به روی میزبانهای ثانویه پرواز می کنند. گیاهی که شته ها زمستان را در روی آن سپری می نمایند بنام میزبان اصلی یا میزبان زمستانه و یا اولین میزبان بوده و گیاهانی که در بهار به روی آنها مهاجرت کرده و تابستان را نیز در روی آن ها بسر می برند بنام میزبان ثانویه خوانده می شوند.

خانواده شپشکهای آردآلود (Pseudococcidae): بدن حشره ماده و نر بیضی و حلقه های آن مشخص، شاخکها و پاها مشخص، رنگ بدن زرد همراه با ترشحات مومی سفید رنگ یا آرد مانندی لارو و حشره کامل متحرک می باشد. از جمله گونه های مهم این خانواده می توان به *Pseudococus citri* یا شپشک آرد آلود مرکبات و انگور اشاره نمود.

خانواده (Aleyrodidae (Aleurodidae: حشرات کوچک (حدود ۳ میلیمتر) مجهز به دو جفت بال غشایی، شاخکها ۷ مفصلی، حشرات کامل جهنده ولی پوره ها بی حرکت و ثابت، معمولاً به وسیله ترشحات مومی سفید رنگ پوشیده شده اند. رژیم غذایی آنها معمولاً گیاهخوار است و از شیره نباتی تغذیه می کنند. از جمله گونه های مهم این خانواده می توان به عسلک پنبه (*Bemisia tabaci*) اشاره نمود.



شکل۲-۴۲: حشره کامل بال سفیدک پنبه

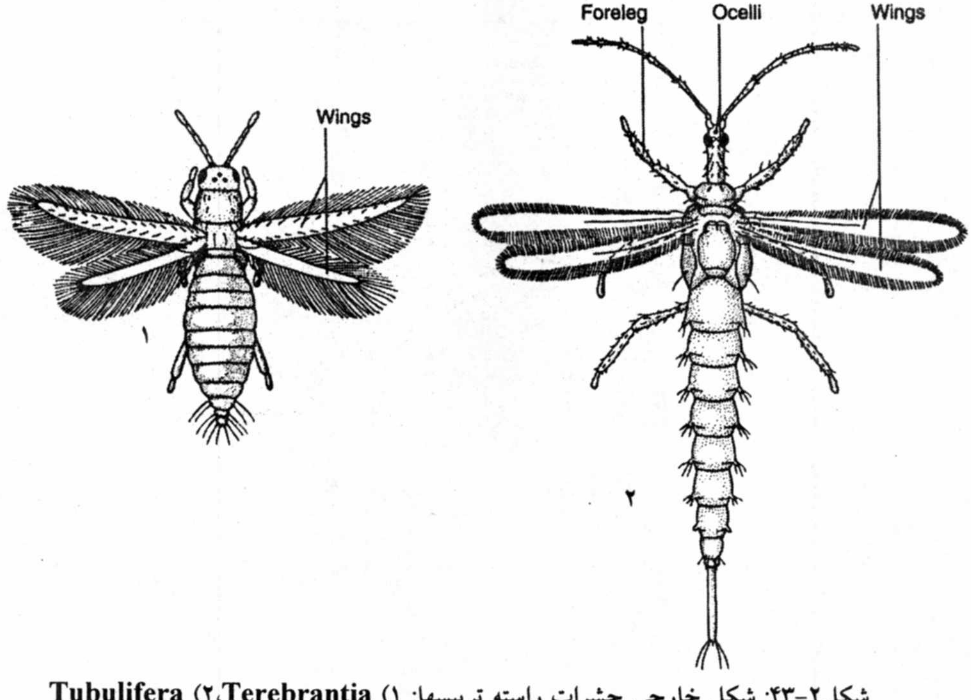
راسته بال ریشکداران یا تریپس ها، Thysanoptera

نام انگلیسی: Thrips

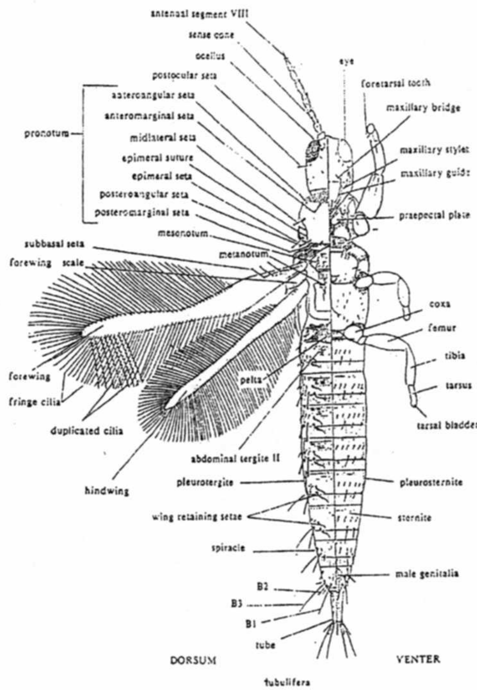
بال ریشکداران حشراتی کوچک و باریک اندام به طول ۰/۵ تا ۲ میلیمتر می باشند ولی ممکن است بعضی از آنها از قبیل افراد زیر راسته Tubulifera در نواحی استوایی به اندازه ۱۵ میلیمتر نیز برسند. تریپس ها حشرات کوچک و باریک اندامی هستند که طول آنها بین ۰/۵-۵ میلیمتر متغیر است. این حشرات ممکن است بالدار یا بی بال باشند. در افراد بالدار وقتی که بالها خوب رشد کرده باشند تعداد آنها دو جفت است که خیلی باریک و نسبتاً بلندند و دارای ریشکهای متراکم و بلند بوده و به آنها منظره شاه پر پرندگان را می دهد. قطعات دهان از نوع مکنده است. خرطوم در آنها کوتاه و مخروطی و نامتقارن بوده و در قسمت عقبی زیر سر قرار گرفته است. استیله ها شامل آرواره طرف چپ (طرف راست از بین رفته) و دو لاسینیای آرواره های پایین می باشد. شاخکها معمولاً کوتاه و ۶-۱۰مفصلی است. پنجه ها ۱-۲ بندی و بدون ناخن است و بجای ناخن دارای بادکش است. بعضی از تریپسها مجهز به تخمریز هستند و در عده ای نیز انتهای شکم به صورت لوله باریکی درآمده و آلت تخمریز را تشکیل می دهد. تریپسها از نظر استحاله حد واسط بین حشرات با استحاله ساده و حشرات با استحاله کامل قرار گرفته اند. به همین لحاظ حشرات سن اول و دوم را که فاقد آثار بال هستند لارو می گویند. تریپسها بافت سطحی گیاه را پاره کرده و شیره ای را که در زخم از گیاه خارج می شود می مکند. در اثر پاره شدن پوسته نازک رویی برگ گیاهانی که مورد تغذیه تریپس قرار می گیرد، برگها در مقابل نور خورشید نقره ای رنگ می شوند. بعضی از انواع تریپسها نیز شکاری هستند و از حشرات دیگر تغذیه می کنند.

تریپسها انتشار وسیعی در سطح جهان دارند و این تنوع و فراوانی در مناطق گرمسیری بیشتر بوده و هر چند بسیاری نیز در مناطق معتدل و تعداد کمی هم در نواحی سرد حتی در مناطق منجمد شمالی انتشار دارد. وجود بیش از ۸۰۰۰ گونه تریپس توسط حشره شناسان تخمین زده شده که تاکنون فقط بالغ بر ۵۰۰۰ گونه از این حشرات شناسایی شده اند. رنگ بدن در این حشرات از سفید تا قهوه ای تیره و حتی سیاه تغییر می کند. این حشرات از لحاظ دگردیسی نیز منحصر به فرد بوده و دارای دگردیسی پیچیده ای می باشند. بال ریشکداران نه تنها از نظر فرم خاص مرفولوژیکی مورد توجه هستند، بلکه عده زیادی از آنها آفت گیاهی بوده و به محصولات گیاهی خسارت وارد می سازند که می توان به شته پیاز که یکی از آفات مهم می باشد و همچنین تریپس رز، مریم، مارگریت

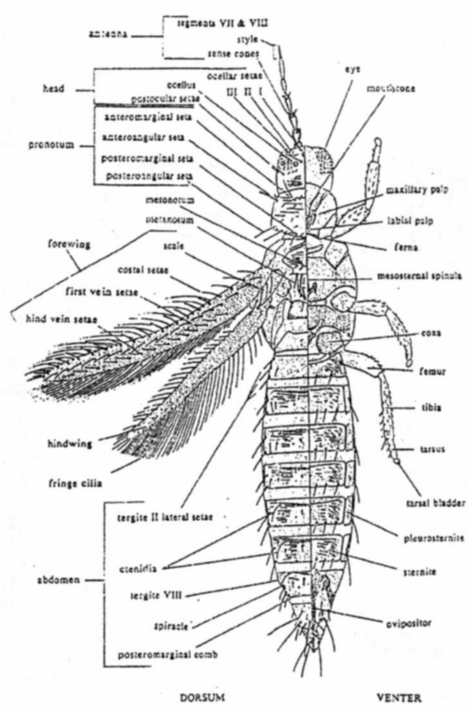
و دیگر گیاهان زینتی اشاره نمود. خسارت مستقیم تریپسها مربوط به مکیدن شیره گیاهی است که منجر به نقره ای شدن، ایجاد لکه های نواری، بدشکلی و ایجاد گال، زخمی شدن میوه ها و ریزش شکوفه ها می گردد که نقره ای شدن برگها از علائم تیپیک تریپسها می باشد. بعضی از گونه ها باعث ایجاد گال در برگها و جوانه های گونه های فیکوس و آکاسیا می شوند. برخی از تریپسها ناقل عوامل بیماریزای گیاهی بالاخص ویروسها می باشند و می توانند از این طریق نیز باعث ایجاد خسارت در گیاهان میزبان شوند که از آن جمله می توان به جنسهای *Thrips*، *Frankliniella* و *Microcephalothrips* اشاره نمود. تریپسها علاوه بر مضر بودن، همچنین به عنوان حشراتی مفید نیز می باشند که می توانند در گرده افشانی گیاهان زینتی و درختان میوه نقش مهمی ایفا کنند. همچنین برخی نیز شکارگر بندپایان کوچک از جمله کنه ها، شپشکها و تخم شته ها و سایر تریپسها می باشند که از آن جمله جنس *Scolothrips* که شکارگر کنه های تارتن می باشد را می توان نام برد.



شکل۲-۴۳: شکل خارجی حشرات راسته تریپسها: ۱) Terebrantia، ۲) Tubulifera



شکل۲-۴۴: قسمتهای مختلف بدن در تریپسهای زیر راسته Tubulifera

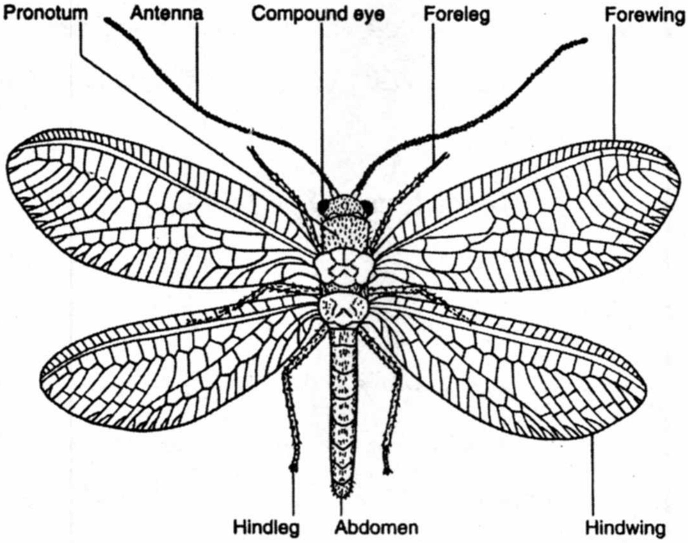


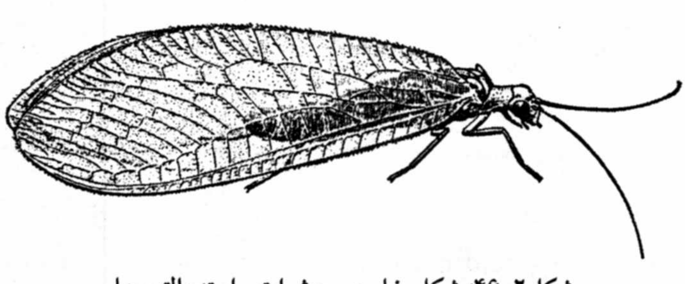
شکل۲-۴۵: قسمتهای مختلف بدن در تریپسهای زیر راسته Terebrantia

راسته بالتوریها، Neuroptera

نام انگلیسی: Lacewing

اگر چه به ظاهر حشرات بالغ بالتوریها شبیه به سنجاقکها هستند ولی به راحتی از روی شاخک طویل و طرز قرارگیری بالها بر روی بدن می توان آنها را از سنجاقکها متمایز کرد. این حشرات برعکس سنجاقکها دارای دگردیسی کامل هستند و لارو و نوزاد کرمی شکل آنها آبزی یا خاکزی می باشند. بالها در بالتوریها در حین استراحت به شکل شیروانی روی پشت بدن قرار می گیرد. بالها رگبال زیادی دارند که رگهای طولی به وسیله رگهای عرضی به هم متصل شده و بال را شبیه پر توری کرده اند. چشمهای مرکب آنها درشت است. یکی از انواع بالتوریها شته خوار و نوعی دیگر مورچه خوار است. قطعات دهانی از نوع جونده، شاخکها عموماً بلند و چندین مفصلی، پنجه ها ۵ مفصلی و سرسی وجود ندارد. لارو آنها از نوع کامپودئیفرم و غالباً دارای آرواره های بلند و داس مانند، دوره شفیرگی معمولاً در پیله ابریشمی سپری می شود.





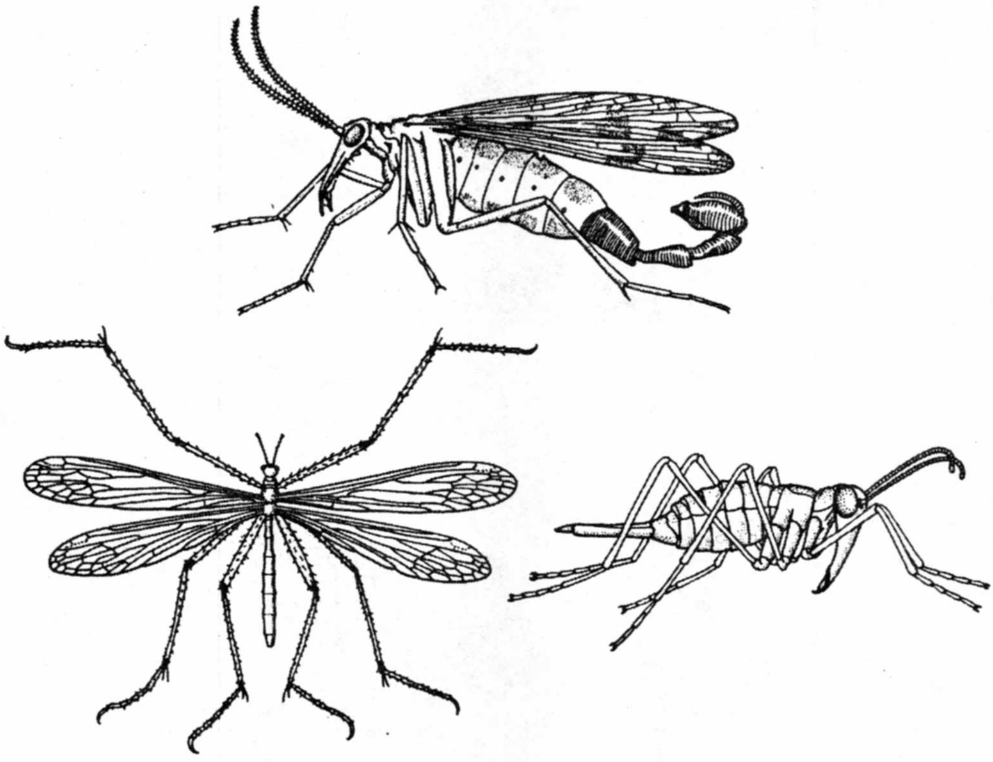
شکل۲-۴۶: شکل خارجی حشرات راسته بالتوریها

خانواده بالتوریها (Chrysopidae): در رده حشرات، راسته بالتوریها با بیش از ۴۵۰۰ گونه یکی از مهمترین پدیده های رژیم حشره خواری به روش پره داتیسم یا شکارچی و گوشتخواری است که عموماً در مرحله لاروی و عده ای نیز در مرحله بالغ از سایر حشرات و کنه ها در مراحل مختلف تخم، لارو و حتی بالغ تغذیه می کنند. لارو این حشرات، آرواره دراز تقریباً منحنی شکلی دارد که با آن به آسانی طعمه را سوراخ کرده و از محتویات آن تغذیه می کنند. در افراد این خانواده، شاخک نخی و بلند بوده و طول آن از نصف تا دو برابر طول سر متغیر است. درخشندگی فلزی در چشمهای مرکب، موجب شده است که گونه های مختلف عضو این خانواده را بالتوری های چشم طلایی بنامند. در قطعات دهانی، پالپ آرواره پایین پنج بندی و پالپ لب پایین، سه بندی است. بسیاری از گونه ها دارای لکه های کوچکی بر روی قسمتهای مختلف سر می باشند که در شناسایی و تشخیص افراد در سطح وسیعی استفاده می شود. این لکه ها به صورت نقاط سیاه و قرمز رنگ و یا به صورت نوارهایی روی فرق سر، پیشانی و گاهی بند اول و دوم شاخک می باشند. پیش گرده به پهنای سر و ممکن است کم و بیش گرد باشد و یا اینکه طول آن خیلی بیشتر از عرض باشد. بالها غشایی شفاف، با رگبالهای زیاد و منظم هستند. رگبالها، معمولاً سبز رنگ می باشند.

راسته منقارسران، Mecoptera

نام انگلیسی: Scorpionflies

حشراتی کوچک با طول متوسط که سر آنها مانند منقار پرندگان به طرف پایین کشیده شده است. دارای دو جفت بال مشابه اند و انتهای بدن نر غالباً مانند عقرب به طرف بالا خمیده است و از این رو گاهی آن را عقرب نما نیز می نامند. این حشرات روی گیاهان در سایه زندگی می کنند و از بقایای گیاهی و حیوانی و گاهی حشرات زنده تغذیه می کنند. بالهای آنها نسبتاً بلند و غالباً لکه های تیره ای روی آنها مشاهده می شود. دارای دگردیسی کامل می باشند. لاروها از نوع اروسیفرم و ۳ جفت پا در روی سینه و ۸ جفت پای دروغی که حلقه مانند است در زیر شکم دارند. روستروم در اثر طویل شدن کلیپئوس بوجود می آید. سطح پشتی روستروم شامل قسمتی از آرواره های بالا و لب پایین است که طویل شده اند لیکن آرواره های بالا طویل نیستند و در انتهای پایین روستروم جای دارد. حشرات متعلق به این راسته به عنوان ابتدائی ترین راسته های هولومتابول محسوب می شوند. این راسته شامل خانواده هایی از جمله Bittacidae، Parorpidae و Boeridae می باشد.

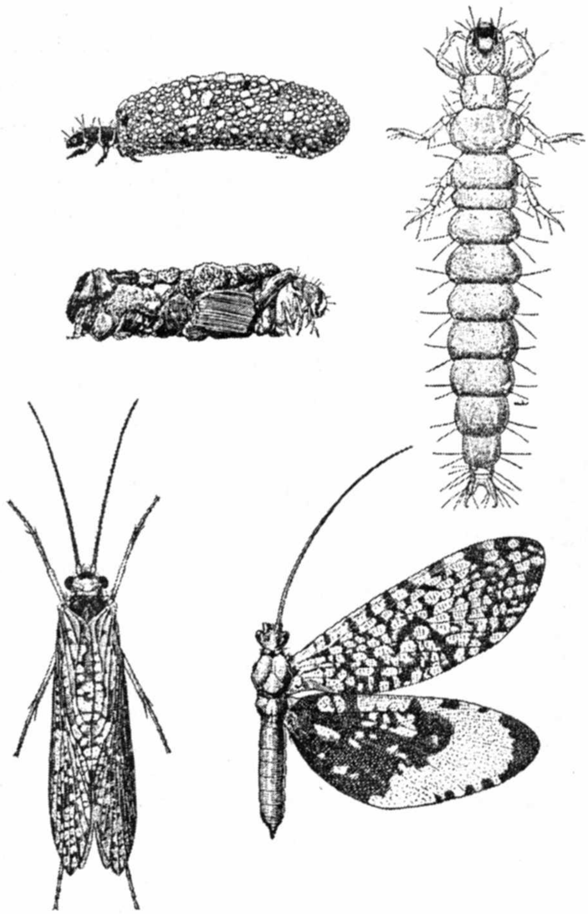


شکل۲-۴۷: شکل خارجی حشرات راسته منقارسران

راسته بال موداران، Trichoptera

نام انگلیسی: Caddisflies

حشرات این راسته شبیه شب پره ها هستند ولی بال آنها پولک ندارد و از موهای ریزی پوشیده شده است. بال موداران برعکس بالپولکداران خرطوم طویل مانند و فنر مانندی در زیر سر ندارند. شاخکهایشان مویی و طویل و بالها را که رگ عرضی کمی دارد به صورت شیروانی ر پشت بدن قرار می دهند. قطعات دهانی از نوع ساینده بوده که پالپها به خوبی رشد کرده اند. آرواره های بالا کوچک شده اند زیرا بالغین از مایعات تغذیه می کنند. دگردیسی در اینها کامل است. لاروها تقریباً به شکل لارو پروانگان شباهت دارند. سر و پاهای سینه ای به خوبی در لاروها رشد کرده و یک جفت زایده قلاب مانند در انتهای بدن آنها وجود دارد. این راسته دارای خانواده هایی از جمله Limnephilidae، Phryganeidae، Hydropsychidae، Beraeidae و ... می باشد.



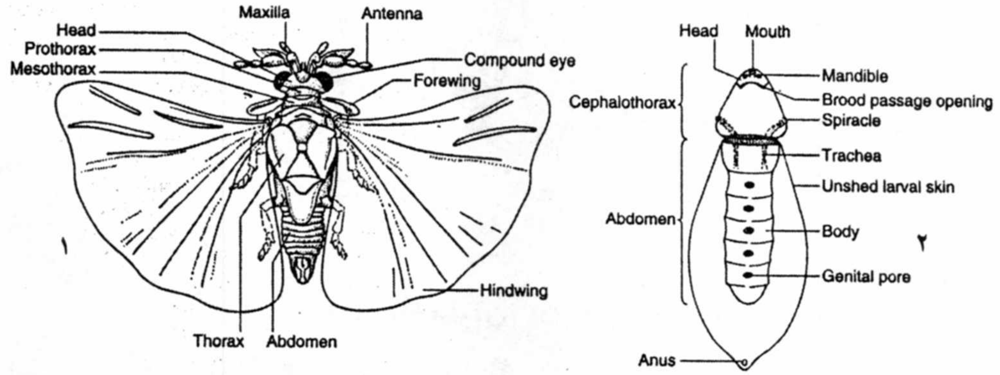
شکل۲-۴۸: شکل خارجی حشرات راسته Trichoptera

راسته بال تاب خورده ها، Strepsiptera

نام انگلیسی: Stylopids or twisted-wing parasites

حشرات بسیار ریزی هستند که در حالت نوزادی غالباً انگل سایر حشرات می باشند. نرهای بالغ زندگی آزاد دارند. بال جلویی آنها له عضو هالتر مانند شبیه به بالهای عقبی دو بالان تبدیل شده است. بالهای عقبی پهن و غشایی با رگبال کمی است. طول نرها کمتر از ٤ میلیمتر است و غالباً قهوه ای رنگ می باشند که در دوطرف سر نرها چشمهای مرکب برجسته ای قرار دارد. شاخکها ٤-٧ بندی و ضخیم هستند که قسمتی از این بندها به صورت مهمیزی درآمده و ظاهراً شاخک را دو تا سه شاخه ای جلوه می دهند. دو مفصل اول سینه و قطعات دهانی این حشرات خیلی کوچک شده اند. مفصل سوم سینه به علت رشد زیاد بال بزرگ می باشد و طول آن تقریباً برابر با نصف طول بدن

است. حشرات ماده بالغ شبیه لاروهای بدون چشم و پا و شاخک هستند که در داخل پوست لارو سایر حشرات زندگی می نمایند و معمولاً سر و سینه ماده ها از ناحیه غشایی بین مفاصل شکم بیرون قرار می گیرد. دگردیسی آنها از نوع ساده است. دوره زندگی اشکال انگل موجود در این راسته تا حدودی پیچیده بوده و از نوع دگردیسی هیپرمتامورفوز می باشد. افراد نر به محض ظهور به دنبال افراد ماده رفته و با یک ماده جفتگیری می کنند.

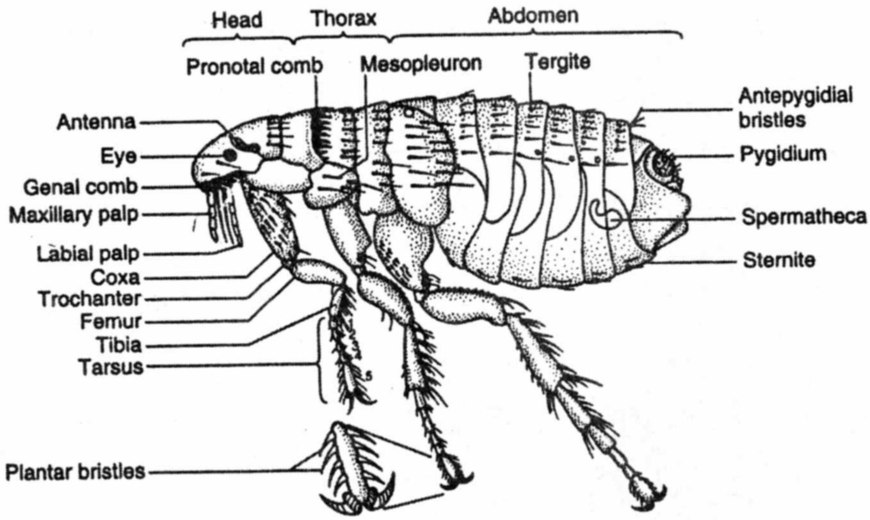


شکل۲-۴۹: شکل خارجی حشرات راسته Strepsiptera: ۱) نر، ۲) ماده

راسته کک ها، Siphonaptera

نام انگلیسی: Fleas

کک ها حشرات کوچک و بدون بال هستند که به صورت جانوران کامل خونخوارند و خون بدن انسان و عده ای از پرندگان، پستانداران و جانوران دیگر را می مکند. بدن کک ها از پهلو فشرده و کتابی است، در سطح پشتی بدن معمولاً دارای شانه ها و ردیفهایی از موهای زبر و خار مانند هستند که به سمت عقب بدن متمایل می باشند. اغلب به رنگ سیاه براق یا قهوه ای هستند و از حشرات جهنده به شمار می آیند، به همین دلیل در این جانوران پاهای عقبی و وسطی نسبتاً بلند و نسبتهایی از کوکسا، ران و ساق خوب رشد کرده و نسبتاً ضخیم شده است. شاخک در آنها کوتاه است و در شیار مخصوصی روی سر جا گرفته است. قطعات دهانی زننده مکنده و خرطوم شامل سه میله (استیله) می باشد که از تغییر شکل اپی فارنکس و آرواره های پایین به وجود آمده اند. پالپهای لب پایین و لب بالا خوب رشد کرده و تقریباً بلندند. ککها دارای دگردیسی کامل می باشند. راسته ککها شامل خانواده هایی از قبیل Pulicidae، Ctenophtalmidae و ... می باشد.

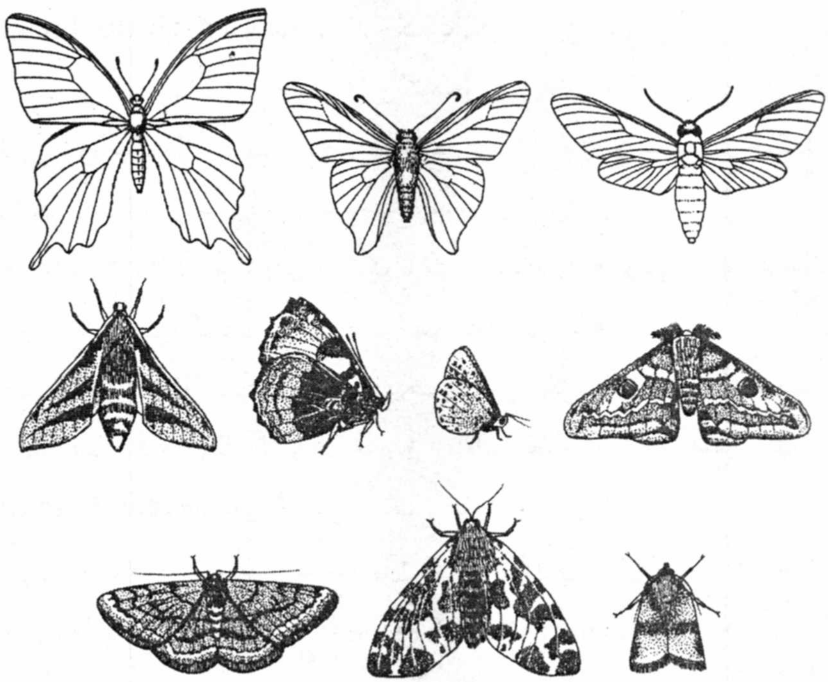


شکل۲-۵۰: شکل خارجی حشرات راسته ککها

راسته بالپولکداران، Lepidoptera

نام انگلیسی: Butterflies, Moth & Skippers

راسته بالپولکداران دسته بزرگی از حشرات را شامل می شوند که فقط در ایالات متحده آمریکا بیش از ۱۱۰ هزار گونه از آنها شناسایی شده اند. از مشخصات این دسته از حشرات وجود پولکهایی در روی بالهای آنهاست که با دست به خوبی پاک می شوند. به علاوه پاها و بدن حشره نیز با این پولکها پوشیده شده است. قطعات دهانی مکنده به صورت میله باریکی درآمده که در هنگام استراحت مانند فنر ساعت جمع شده است و خرطوم نام دارد. حشرات این راسته دارای دگردیسی کامل می باشند. شاخکها بلند و باریک و به صورت پر مانند می باشند. در پروانه های روزپرواز شاخکها گرزی شکل می باشد. چشم مرکب در پروانه ها و شب پره ها نسبتاً بزرگ و از تعداد زیادی اوماتیدی تشکیل شده است. اکثر شب پره ها دارای دو چشم ساده هستند ولی در عده ای چشم ساده اصلاً وجود ندارد. لاروهای آنها از نوع اروسیفرم که ٦ جفت چشم ساده در هر دو طرف سر قرار دارد. شاخکها خیلی کوتاه است. سه جفت پای سینه ای و معمولاً پنج جفت پای دروغی به نام Progles در لارو آنها دیده می شود. این پاها گوشتی و در کف آنها قلابهایی بنام کروشه وجود دارد. از نظر شکل ظاهری این لاروها با لاروهای راسته Symphyta در زنبورها اشتباه می شوند. لارو زنبورها در هر طرف فقط یک چشم ساده داشته و تعداد پاهای دروغی آنها از ۵ جفت بیشتر است و فاقد کروشه می باشد. معمولاً اندازه لارو پروانه ها بزرگتر می باشد.



شکل۲-۵۱: شکل خارجی حشرات راسته بالپولکداران

لارو پروانه ها در انگلیسی Caterpillar نامیده می شود که دارای بدنی استوانه ای شکل می باشند و سر به خوبی رشد نموده است. تعدادی از لاروها موقعی که مورد حمله قرار می گیرند از خود بوی نامطبوعی خارج می سازند. بسیاری از لاروها دارای تزئیناتی بر روی بدن می باشند که همراه با موها یا خارهایی می باشند. برخی از لاروها نیز ظاهری بسیار خشن و عصبانی داشته ولی موقعی که در دست گرفته می شوندکاملاً بی آزار هستند. اغلب لارو پروانه ها از پهنک برگ گیاهان به طور کامل تغذیه می کنند، تعدادی از آنها داخل برگ به صورت مینوز بسر می برند، تعدادی گالزا بوده و عده ای نیز قادرند به داخل میوه ها یا ساقه ها یا سایر قسمتهای گیاهان وارد شوند. تعداد خیلی کمی از لارو پروانه ها قادرند که از سایر حشرات به عنوان غذا استفاده کنند و در واقع شکارگر حشرات دیگر می باشند. پروانه های بالغ بطور عمده از شهد گلها و گیاهان و سایر شیره های گیاهی به عنوان غذا استفاده می کنند. تعدادی نیز در حالت بالغ تغذیه ای ندارند.

خانواده Tineidae: پروانه های کوچک (حدود ۱۰ تا ۱۳ میلیمتر با بالهای باز)، بالهای جلویی باریک و کشیده و دارای ریشکهای بلند. لارو آنها از پارچه های پشمی، فرش و مواد انباری تغذیه می کند و گاهی نیز گیاهخوار می باشند.

خانواده Gelechiidae: پروانه هایی کوچک، بالهای جلویی بیضی شکل و باریک و دارای ریشکهای حاشیه ای بلند است. رژیم غذایی لارو گیاهخواری، بعضی برگخوار، عده ای از ساقه ها و گروهی دیگر از میوه ها تغذیه می کنند. بعضی گونه ها نیز تولید گال می نمایند. از جمله افراد این خانواده می توان به سرشاخه خوار هلو و کرم سرخ پنبه اشاره نمود.

خانواده Pyralidae: پروانه های کوچک تا متوسط، بالهای جلویی کشیده و مثلثی شکل، بالهای عقبی پهن. لارو آنها برگخوار و یا از آفات مهم انباری می باشند.

خانواده Sphingidae: بالهای جلویی باریک و مثلثی شکل، لارو دارای یک زائده شاخ مانند روی پشت حلقه هشتم شکم است. لارو برگخوار و از آفات مهم درختان غیر مثمر است.

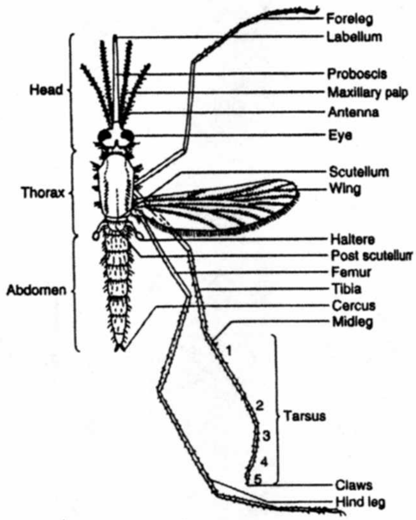
خانواده Noctuidae: بالهای جلویی باریک و کشیده و روی آنها معمولاً دو لکه (یکی گرد و دیگری لوبیایی) وجود دارد. لارو به رنگ سبز مایل به زرد و دارای خطوط طولی در پشت و طرفین بدن است. لارو آنها معمولاً برگخوار و از آفات مهم کشاورزی محسوب می شوند.

راسته دوبالان، Diptera

نام انگلیسی: Flies

دوبالان به گروهی بزرگ از حشرات اطلاق می شود که عموماً فقط یک جفت بال دارند که در روی میان قفس سینهمفصل می شود و بالهای عقبی در آنها به صورت زایده مخصوص به نام هالتر درآمده است که ظاهراً برای حفظ تعادل می باشد و به همین لحاظ آنها را بالانسیه (Balanciere) می گویند. سر در حشرات کامل متحرک و حاوی چشمهای مرکب بزرگی است. قطعات دهانی از نوع مکنده است ولی تنوع زیادی در آن وجود دارد. دگردیسی آنها به صورت کامل است. به لارو بسیاری از آنها Maggots می گویند. لاروها معمولاً به صورت بدون پا و به شکل کرم هستند. در دو بالان کامل پیش قفس سینه و پس قفس سینه کوچک مانده و با میان قفس سینه بهم جوش خورده است. رگبندی بالها تحلیل رفته است. اولین مفصل شکم نیز خیلی کوچک شده، و در بسیاری از آنها فقط ٤-٥ مفصل شکم آشکار است. حشره از افراد شفیره در افراد این راسته از نوع مخفی (Coatctate) است. برخی از مگسها از نظر ظاهری شبیه زنبورها هستند به طوری که شباهت آنها از نظر رنگ ظاهری است ولی وقتی آنها را از نزدیک ببینید تفاوت آنها با زنبورهایی که دارای ٤ بال هستند معلوم می شود. مگسها مواد مورد تغذیه بسیاری از جانوران بزرگتر می باشند. بسیاری از

گونه ها قادرند انگل حشرات دیگر و یا شکارگر آنان باشند و از این لحاظ می توانند در کنترل حشرات مضر و آفت موثر باشند. برخی دیگر از مگسها پوسیده خوار هستند. بسیاری از آنها با نیش خود باعث آزار انسان می شوند و برخی نیز ناقل بیماریها هستند.



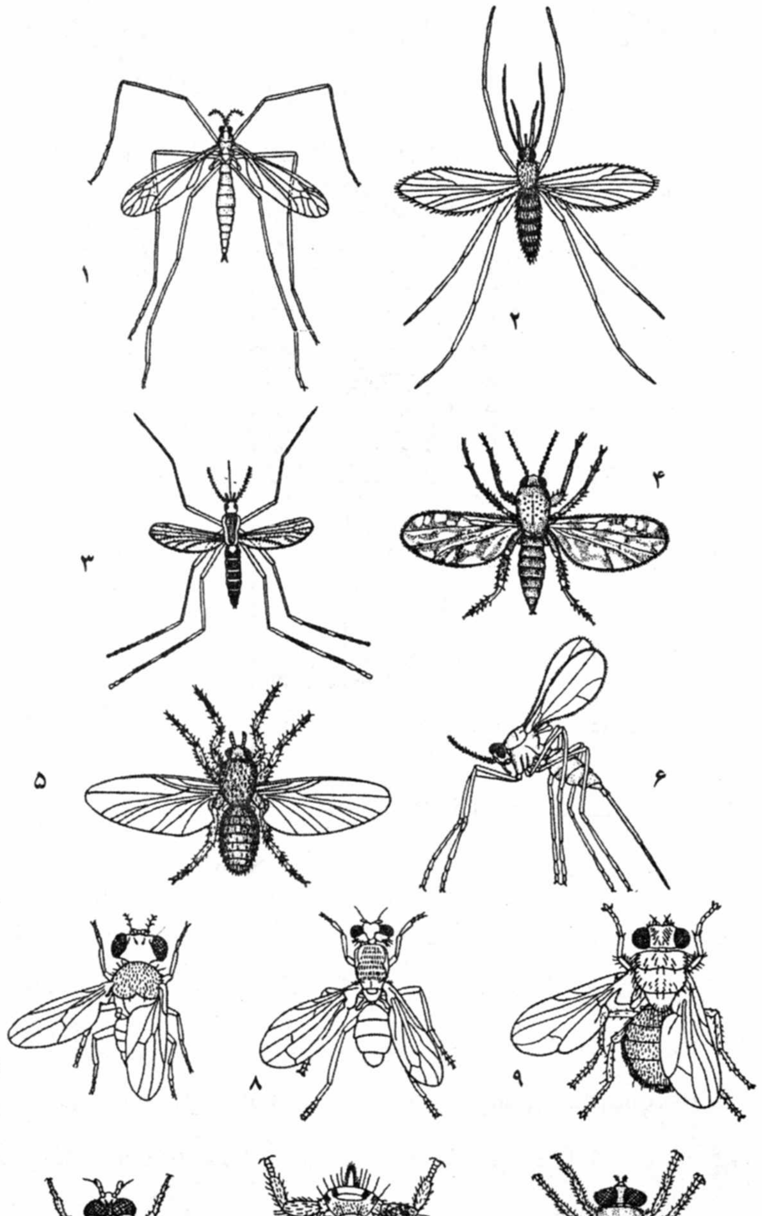
شکل۲-۵۲: شکل خارجی حشرات راسته دوبالان

دوبالان بر اساس وضع قطعات دهانی و شاخکها به ۳ زیرراسته مهم تقسیم می شوند:

۱- زیر راسته Nematocera: در این گروه آرواره های بالا در حین تغذیه در سطح افقی حرکت می کنند. آرواره ها دارای دندانه ها یا موهای کوتاه و زبر می باشند که برای جمع آوری و نگاهداری مواد غذایی به کار می روند. شاخک ها در حشرات کامل حداقل دارای ۷ مفصل مشخص و مجزا هستند. شاخکهای آنها پروش، قطعات دهانی مکنده و شفیره آزاد است. این زیر راسته شامل خانواده هایی از قبیل Tipulidae، Culicidae، Tanyderidae، Psychoidae و ... می باشد.

۲- زیر راسته Brachycera: آرواره ها در لاروها، قلاب مانند و یا مثل تیغه چاقو هستند که در سطح عمودی حرکت می کنند. شاخک ها ۳ مفصلی و متنوع، لاروها دارای سری کوچک، قطعات دهانی زننده یا مکنده شفیره معمولاً آزاد و غالباً خاردار است. این زیر راسته شامل خانواده هایی از قبیل Simulidae، Tabanidae، Asilidae و .... می باشد.

۳- زیر راسته Cyclorrhapha: شاخکها ۳ بندی، رگبال ناحیه شعاعی (Rs) دارای ۲ انشعاب است. این زیر راسته به دو دسته Aschiza که فاقد درز پیشانی می باشند و دسته Schizophora که دارای خط درز زیر پیشانی می باشند تقسیم می شوند.



شکل۲-۵۳: شکل خارجی حشرات راسته دوبالان: ۱) Tipulidae، ۲) Psychodidae، ۳) Culicidae، ۴) Ceratopogonidae، ۵) Simuliidae، ۶) Cecidomyiidae، ۷) Drosophilidae، ۸) Otitidae، ۹) Muscidae، ۱۰) Syrphidae، ۱۱) Hippoboscidae، ۱۲) Calliphoridae

خانواده Tipulidae: پشه های درشت با پاهای بلند، حشره کامل دارای یک درز V شکل بر روی سطح پشت قفس سینه است. لارو آنها آبزی بوده و یا در خاکهای مرطوب و روی ریشه گیاهان فعالیت دارد. حشره کامل دارای پرواز سریع در چمنها، مزارع و غیره می باشد.

خانواده Culicidae: پشه های کوچکی هستند که روی بدن دارای فلس می باشند. شاخکها بلند، شاخکها در ماده ها مجهز به موهای برجسته ولی در نرها پروش می باشد. ماده ها از خون انسان و حیوانات می مکند. قطعات دهانی نرها برای مکیدن رشد نکرده و از مایعات شیرین مثل شهد گلها و شیره ها نباتی می خورند. حشرات کامل خشکی زی و معمولاً در خانه ها، اصطبل ها و غیره دیده می شوند. لاروها آبزی (آبهای راکد و باتلاقها) بوده و به وسیله لوله تنفسی انتهای شکم اکسیژن هوا را از سطح آب دریافت می کنند.

خانواده Cecidomyiidae: پشه های کوچک، ظریف، با پاها و شاخکهای بلند، سر پهن و گرد، به رنگهای روشن. رژیم غذایی لارو متنوع، بعضی گیاهخوار، بعضی از قارچها تغذیه می کنند و عده ای پارازیت یا شکارگر سایر حشرات هستند.

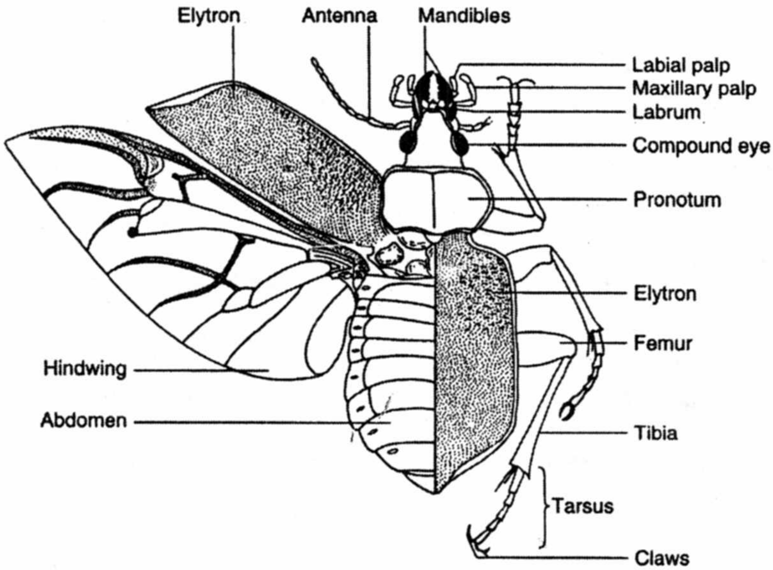
خانواده Syrphidae: مگسهای کوچک، به رنگهای شفاف (قهوه ای یا سیاه با لکه های عرضی زرد رنگ) و شبیه زنبورها، لارو ورمی فرم و پوشیده از موهای کوتاه است. مگسهای سیرفیده دارای انتشار وسیعی می باشند. لاروهای آنها گاهی پرداتور شته ها هستند و بعضی در لانه مورچه ها و موریانه ها زندگی می کنند و بعضی لاروهای آن روی مواد پوسیده زندگی می کنند. مگس های سیرفیده، شکاگر شته ها و سایر بندپایان در مزارع مختلف می باشند و حشرات بالغ از گلها تغذیه می کنند. لارو این مگس همه خوار بوده و خیلی فعال و پر تحرک است.

راسته سخت بالپوشان، Coleoptera

نام انگلیسی: Beetles

راسته سخت بالپوشان با دارا بودن نزدیک به ٤٠٠ هزار گونه تشریح شده، غنی ترین راسته حشرات را تشکیل می دهد. این تعداد برابر با تمام گونه های گیاهان شناخته شده تاکنون می باشد. یکی از بارزترین وسیله تشخیص افراد این راسته داشتن بالهای جلویی سخت است که به صورت پوششی روی بالهای عقبی قرار می گیرد. ولی حشراتی از این راسته وجود دارند که بالپوش ندارند. اغلب دارای قطعات دهانی ساینده می باشند. استحاله در آنها کامل است. حشرات این راسته دارای

تیپهای مختلف لاروی می باشند. سخت بالپوشان در نقاط مختلف و زیستگاههای متفاوت زندگی می کنند. عده ای گیاهخوار، برخی شکارچی و بعضی همه چیز خوارند و یا از مواد قارچی و کپکها تغذیه می کنند.



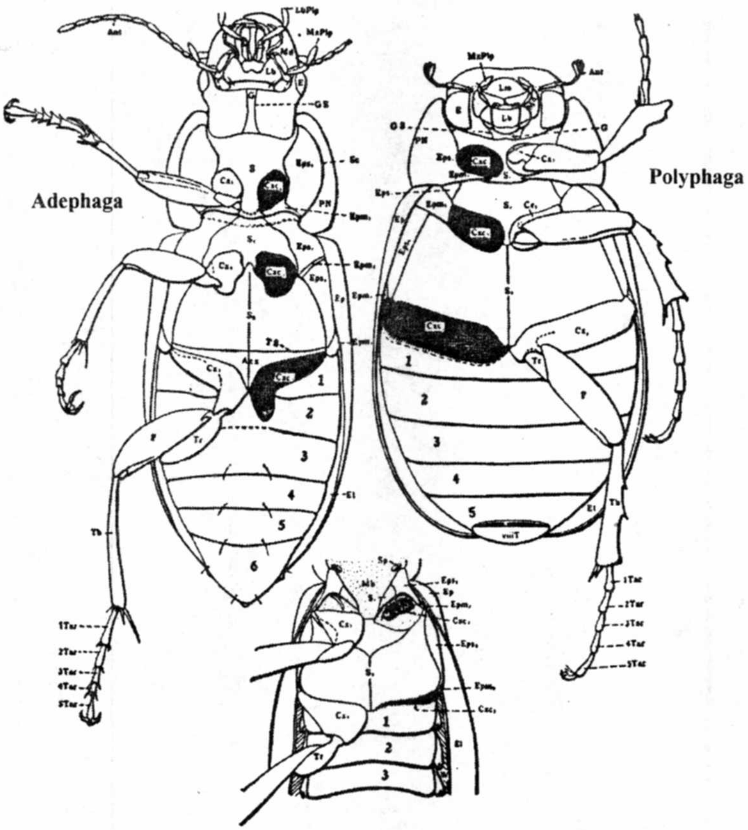
شکل۲-۵۴: شکل خارجی حشرات راسته سخت بالپوشان

حشرات این راسته به ۳ زیر راسته تقسیم می شوند:

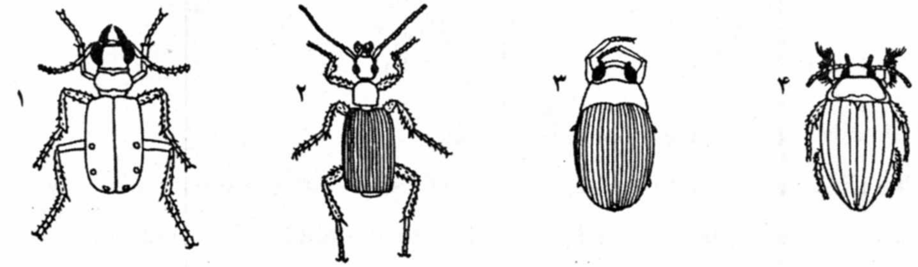
۱- **زیر راسته Archostemata:** در افراد این زیر راسته پنجه پا در پاهاط جلویی، میانی و عقبی از ۵ بند تشکیل شده، شاخکها نخ مانند و یا تسبیحی است. این زیر راسته یک دسته ابتدایی است که افراد متعلق به آن بسیار کمیاب است. این زیر راسته دارای دو خانواده Cupedidae و Micromaltidae است.

۲- **زیر راسته Adephaga:** در افراد این زیر راسته اولین حلقه شکم توسط کوکسای پای عقبی پوشانده شده، همچنین آنها دارای خط درزی Notopleural می باشند. پنجه پا معمولاً ۵-۵-۵ می باشد. شاخکها ۱۱ بندی و معمولاً نخ مانند است (بندرت ممکن است به صورت تسبیح مانند و یا چماقی باشد). تقریباً در اغلب موارد، سوسکهای متعلق به این زیر راسته شکارگر هستند. این زیر راسته دارای خانواده هایی از قبیل Carabidae، Rhysodidae، Cicindellidae، Halipidae، Dytiscidae، Noteridae و Gyrinidae می باشد.

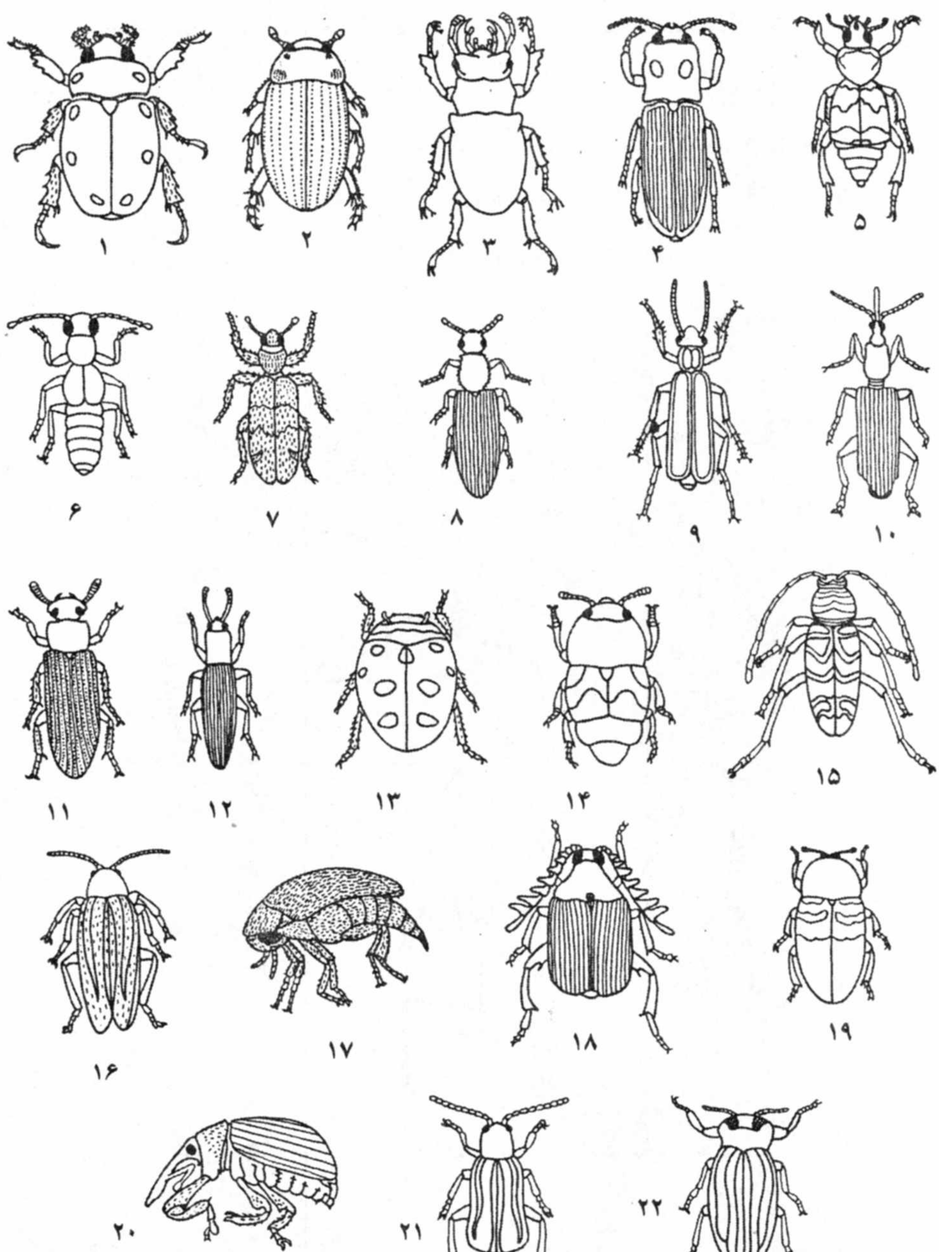
۳- زیر راسته Polyphaga: در افراد این زیر راسته اولین حلقه شکم توسط کوکسای پای عقبی پوشانده نمی شود و حاشیه عقبی حلقه اول شکم در عرض شکم امتداد دارد و قابل دیدن است. حلقه های قفس سینه تقریباً در تمام مواقع فاقد خط درزی Notopleural است. این زیر راسته دارای خانواده هایی از قبیل Histeridae، Hydrophilidae، Staphylinidae، Dermastidae، Elateridae، Buprestidae و Coccinellidae و ... می باشد.



شکل۲-۵۵: خصوصیات مشخص کننده زیرراسته های سخت بالپوشان



شکل۲-۵۶: انواع سوسکهای زیر راسته Adephaga: ۱) Cicindelidae، ۲) Carabidae، ۳) Dytiscidae ۴) Gyrinidae



شکل۲-۵۷: انواع سوسکهای زیر راسته **Polyphaga**: ۱) **Sacarabaeidae**، ۲) **Hydrophilidae**، ۳) **Lucanidae**، ۴) **Elateridae**، ۵) **Silphidae**، ۶) **Staphylinidae**، ۷) **Cleridae**، ۸) **Cucujidae**، ۹) **Meloidae**، ۱۰) **Brentidae**، ۱۱) **Tenebrionidae**، ۱۲) **Languriidae**، ۱۳) **Coccinellidae**، ۱۴) **Nitidulidae**، ۱۵) **Cerambycidae**، ۱۶) **Lampyridae**، ۱۷) **Mordellidae**، ۱۸) **Bruchidae**، ۱۹) **Dermastidae**، ۲۰) **Curculionidae**، ۲۱) **Chrysomelidae**، ۲۲) **Buprestidae**

خانواده Carabidae: حشرات با جثه نسبتاً بزرگ، بدن تا حدودی پهن، پاها بلند و رنگ عمومی بدن معمولاً سیاه، قهوه ای و یا سبز یا آبی براق، سطح بالپوشها معمولاً دارای ردیفهایی از برجستگیهای منظم، لارو کارابیفرم یا کامپودیفرم، شاخکها نسبتاً بلند نخی یا تسبیحی و ۱۱ مفصلی، پنجه ها ۵ مفصلی می باشد. بیشتر گونه های این خانواده مفید بوده و لارو و حشره کامل شکارگر می باشند (از حشرات دیگر تغذیه می کنند).

خانواده Dytiscidae: حشرات نسبتاً بزرگ، بدن بیضی و تا حدودی مسطح، به رنگ خانواده براق، شاخکها نخی، پاهای عقبی پهن مودار و مناسب جهت شنا می باشد. لارو و حشره کامل آبزی (در استخرها، رودخانه ها و دریاچه ها)، رژیم غذایی گوشتخوار و از حشرات تغذیه می کنند (مفید هستند).

خانواده Meloidae: حشراتی به اندازه متوسط با بدنی استوانه ای کشیده و نرم، سر کشیده و متمایل به پایین، لارو به اشکال مختلف (پس از هر تغییر جلد شکل لارو عوض می شود) بوده و دگرگونی آنها از نوع اغراقی (Hypermetamorphose) می باشد. رژیم غذایی حشرات کامل گیاهخوار بوده و آفت سیب زمینی، گوجه فرنگی، بادمجان، لوبیا، نخود، جالیز، اسفناج، هویج و غیره محسوب می شوند. ولی لارو به علت تغذیه از تخم ملخها مفید می باشد. بعضی گونه ها از تخم بعضی از زنبورها نیز تغذیه می کنند. لاروها در زیر خاک زندگی می کنند.

خانواده Buprestidae: اندازه آنها کوچک، متوسط یا بزرگ، پهن کشیده، کلفت و سخت، معمولاً خانواده رنگ و براق، شاخکها دندانه ای و ۱۱ مفصلی، طرفین بالپوشها ابتدا موازی و سپس یکدفعه شکسته و به یک نقطه ختم می شوند. پیش گرده در طرفین قاعده گرد و بدون زاویه، پنجه ها ۵ مفصلی، لارو ورمیفرم بدون پا و حلقه اول قفس سینه بزرگ و سر مخفی می باشد. حشره کامل در روزهای آفتابی پرواز می کند و معمولاً روی تنه درختان دیده می شود. لارو چوبخوار و از زیر پوست درختان تغذیه می کند. این چوبخواران معمولاً از درختان ضعیف و پیر تغذیه می کنند زیرا سرعت شیره نباتی در درختان سالم آنها را دفع می کند.

خانواده کفشدوزکها (Coccinellidae): کفشدوزکها یکی از متنوع ترین اشکال زیستی بیولوژیک رده حشرات می باشند و در حال حاضر حدود ۶۰۰۰ گونه را در خود جای داده است. افراد این خانواده جایگاه ویژه ای در کنترل بیولوژیک دارند. خانواده کفشدوزکها یکی از مهمترین مجموعه های مفید در اکوسیستمهای زراعی با کاربردی موثر و عملی در برنامه کنترل بیولوژیک با

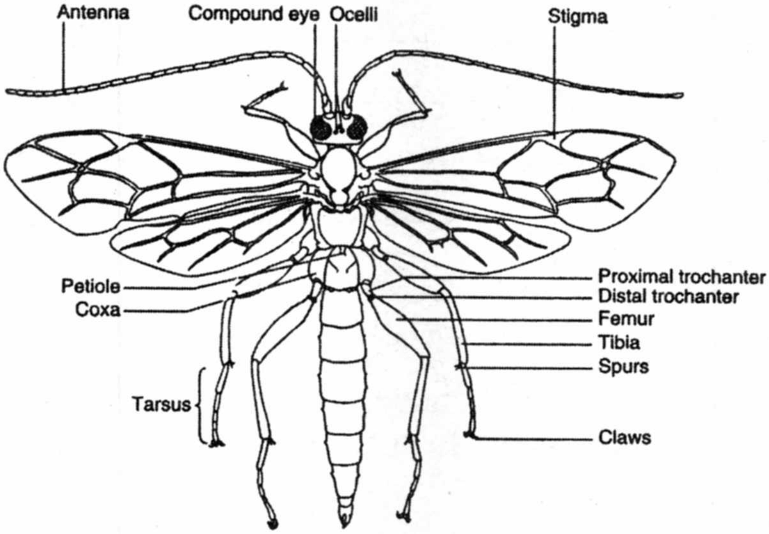
آفات بشمار می رود. این خانواده در حال حاضر شامل بیش از ۳۵۰۰ گونه با سطح پراکندگی وسیع در سطح کره زمین است که از این تعداد فقط حدود ۱۰ درصد گونه ها از زیر خانواده Epilachninae گیاهخوار یا قارچخوار می باشند. ۹۰ درصد این مجموعه را گونه های گوشتخوار تشکیل می دهند که از حشرات و کنه های زیان آور تغذیه کرده و نقش مهمی در برقراری تعادل بیولوژیک و کنترل آفات در اکوسیستمهای زراعی به عهده دارند. کفشدوزکها، سوسکهایی هستند کوچک تا متوسط، به طول ۰/۸–۸ میلیمتر، طول بدن تقریباً سه برابر عرض آن می باشد. این حشرات اغلب بیضی شکل و محدب می باشند. سطح پشتی بدن کم و بیش براق و یا پوشیده از موهای کوتاه خمیده بوده و سطح شکمی همیشه صاف است. سر در جلوی بدن کاملاً آزاد و اغلب به طور مایل یا عمودی به طرف پایین خم شده است. از سه حلقه قفس سینه، فقط حلقه اول آن پیدا است و در این قسمت پیش گرده، رشد زیاد کرده است. پیش گرده از نظر رنگ، تزئینات نقطه ای و نقش، هماهنگی کاملی با قسمت بعدی، یعنی بالپوش نشان می دهد. بالپوشها معمولاً صاف و برجسته بوده و بقیه سطح پشتی بدن، شامل مجموع دو نیم حلقه قفس سینه و تمام نیم حلقه های پشتی شکم را می پوشاند. از جمله افراد این خانواده می توان به کفشدوزک هفت نقطه ای اشاره نمود.

راسته بال غشاییان، Hymenpotera

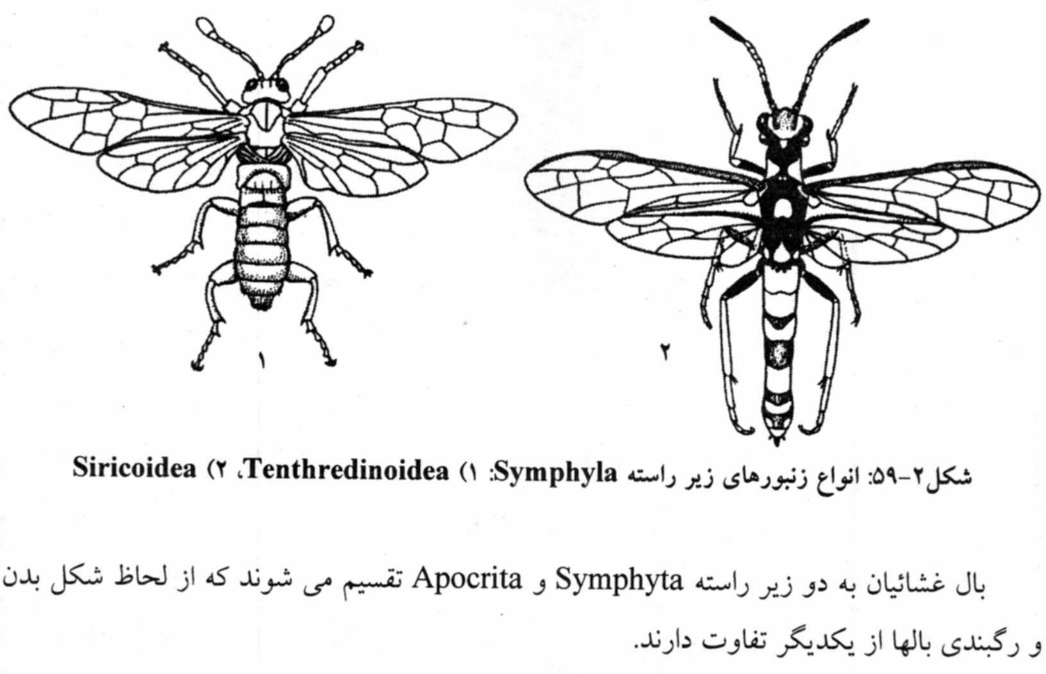
نام انگلیسی: Wasps, Sawflies, Horntails, Bees, Ants

حشرات این راسته به وسیله داشتن دو جفت بال غشایی و شفاف و یک ردیف قلابهای ظریف در لبه جلویی بالهای عقبی که سبب اتصال آنها به بالهای جلویی می گردد از سایر گروهها مشخص می شوند. به علاوه در این حشرات قطعات دهانی ساینده یا ساینده ـ مکنده است. پنجه ها عموماً پنج مفصلی است. تخمریز در حشرات ماده به خوبی رشد کرده است. در بعضی خانواده ها تخمریز علاوه بر وسیله تخمریزی، آلت دفاعی نیز می باشد و در قاعده مجهز به یک کیسه زهر است و حشره در موقع دفاع یا شکار، تخمریز یا نیش خود ر در بدن جانوران دیگر فرو می کند. زنبورها همگی دارای دگردیسی کامل می باشند. بالهای جلو بزرگتر از بالهای عقب است. در حاشیه جلو بال عقب یک ردیف قلاب های کوچکی وجود دارد که آن را به بال جلو متصل می کند. تعداد رگبالها کم و گاهی در بعضی گونه ها خیلی کوچک رگبال وجود ندارد. شاخکها از نوع زانویی هستند. تعداد مفاصل شاخک ۱۰ یا بیشتر است. محل سکونت و زندگی بال غشائیان بسیار متفاوت است. برخی

روی گلها و گیاهان بسر می برند، برخی در روی زمین و یا در خاک و خاشاک زندگی می کنند. گونه های پارازیت معمولاً تخمها را روی بدن و یا داخل بدن میزبان قرار می دهند. برخی از بال غشائیان به ویژه زنبورهای عسل جزء گرده افشانهای مهم گیاهان محسوب می شوند. بسیاری از زنبورهای پارازیتوئید باعث کنترل حشرات آفت می شوند. در عین حال بعضی از بال غشائیان گیاهخوار جزء آفات مهم گیاهان محسوب می شوند.



شکل۲-۵۸: شکل خارجی حشرات راسته بال غشاییان



شکل۲-۵۹: انواع زنبورهای زیر راسته Symphyla: ۱) Tenthredinoidea، ۲) Siricoidea

بال غشائیان به دو زیر راسته Symphyta و Apocrita تقسیم می شوند که از لحاظ شکل بدن و رگبندی بالها از یکدیگر تفاوت دارند.

۱- **زیر راسته Symphyta**: در این قبیل زنبورها قاعده شکم بدون اینکه باریک شود به صورت هم قطر و هم عرض به قفس سینه می چسبد. بالهای جلویی دارای یک تا سه سلول حاشیه ای هستند و تقریباً همیشه دارای یک رگبال ضمیمه می باشند. رگبال عقبی دارای سه سلول قاعده ای است. تروکانتر دارای دو بند است. این زیر راسته دارای خانواده هایی از قبیل Tenthredinidae، Xyelidae، Argidae، Cephidae و ... می باشد.

۲- **زیر راسته Apocrita**: این زیر راسته شامل زنبورهای پارازیتوئید، مورچه ها، زنبورها و زنبور عسل است. در این زیر راسته قسمت قاعده شکم دچار متراکم شدن و فشردگی شده و گاهی نیز به طور مشخص تبدیل به یک قسمت میله ای شکل شده است. قسمت قفس سینه از یک حلقه چهارم تشکیل می شود که آن را Propodeum می گویند. بالها فاقد یک رگبال کمکی هستند و بال عقبی بیشتر از دو سلول قاعده ای ندارد. در برخی از زنبورهای ریز اصولاً رگبالها از بین رفته و بالها فاقد رگبال می باشند. بسیاری از لاروهای زنبورهای Apocrita به صورت پارازیت در داخل و یا بر روی بدن سایر حشرات و عنکبوتیان زندگی می کنند. این زیر راسته شامل خانواده های Ichneumonidae، Braconidae، Chalcididae، Trichogrammatidae، Formicidae و ... می باشد.

خانواده Tenthredinidae: زنبورهای کوچک یا متوسط (حداکثر ۲۰ میلیمتر)، به رنگهای براق، دوشکلی جنسی از نظر رنگ دیده می شود. لاورها معمولاً گیاهخوار بوده و از برگ یا داخل میوه ها تغذیه می کنند.

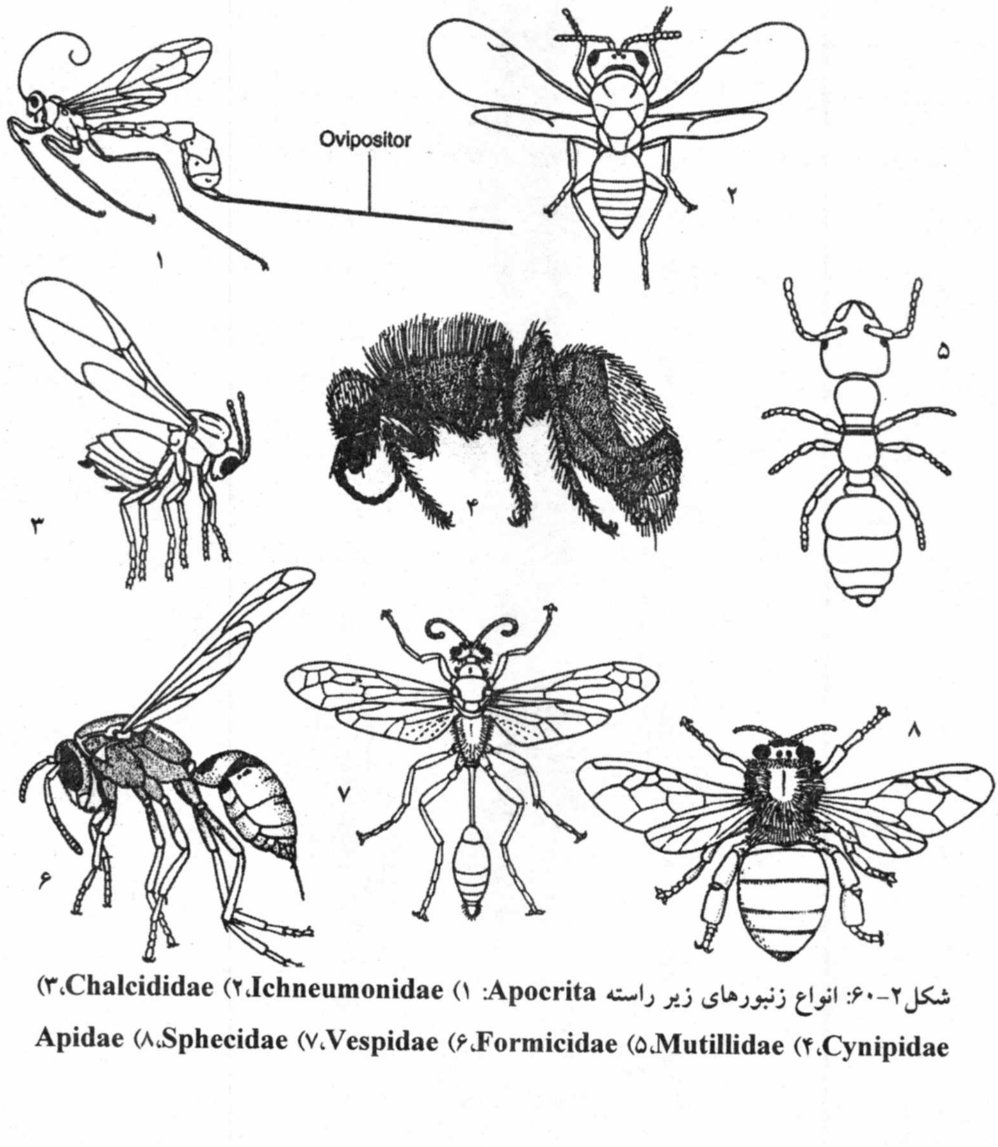
خانواده Cephidae: بدن باریک و کشیده و یا استوانه ای و به رنگهای براق می باشد. لاروها گیاهخوار بوده و داخل ساقه گیاهان علفی خصوصاً غلات تغذیه می کنند.

خانواده Ichneumonidae: زنبورهای نسبتاً درشت، بدن باریک و کشیده، ماده مجهز به تخمریز معمولاً بلند است. تمام گونه ها در مرحله لاروی پارازیت (داخلی یا خارجی) حشرات دیگر خصوصاً پروانه ها و سخت بالپوشان می باشند.

خانواده Braconidae: از نظر ظاهری شبیه Ichneumonidae ولی کوچکتر هستند. معمولاً در مرحله لاروی پارازیت (داخلی یا خارجی) حشرات دیگر می باشند.

خانواده Apidae: بدن متوسط، به رنگ قهوه ای، پوشیده از مو یا کرک، قطعات دهانی مختلط، چند شکلی جنسی در آنها دیده می شود. معمولاً دارای زندگی اجتماعی می باشند. نوزادان

توسط کارگران (ماده های عقیم) مواظبت و تغذیه می شوند. معمولاً لانه خود را از ترشحات مومی و به شکل ۶ ضلعی درست می کنند مثل زنبور عسل. عده ای دیگر لانه خود را در خاک یا داخل چوب و تنه درختان می سازند. معمولاً از شهد و گرده گلها تغذیه می کنند. از نظر گرده افشانی در کشاورزی اهمیت فوق العاده زیادی دارند.

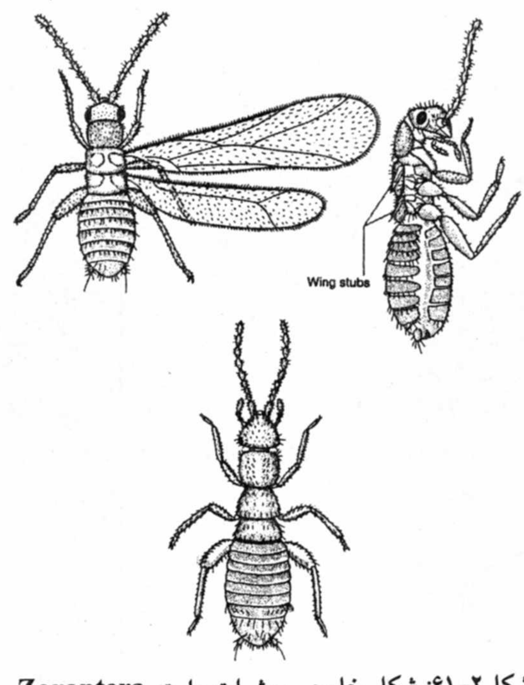


شکل۲-۶۰: انواع زنبورهای زیر راسته Apocrita: ۱) Ichneumonidae، ۲) Chalcididae، ۳) Cynipidae، ۴) Mutillidae، ۵) Formicidae، ۶) Vespidae، ۷) Sphecidae، ۸) Apidae

راسته Zoraptera

نام انگلیسی: Zorapterans

حشرات متعلق به این راسته حسرات ریزی به طول ۳ میلیمتر یا کمتر می باشند و ممکن است دارای بال و یا بدون بال باشند. افراد بالغ معمولاً به رنگ تیره بوده و افراد بدون بال رنگ روشن دارند. آنها از نظر شکل ظاهری تا حدودی شبیه به موریانه ها بوده و اغلب به صورت دسته جمعی زندگی می کنند. تعداد بالها ۴ عدد بوده و غشایی می باشند. اکثراً رگبالها تحلیل رفته و معمولاً بالهای عقبی کوچکتر از بالهای جلویی می باشد. بالهای افراد بالغ نظیر آنچه که در مورچه ها و موریانه ها مشاهده می شود در مرحله بلوغ می افتد و به جای بالهای افتاده شده تکه کوچکی از قسمت انتهای بال بر روی قفس سینه باقی می ماند. در افراد بالغ شاخکها تسبیحی و متشکل از ۹ بند می باشد. افراد بدون بال فاقد چشمهای مرکب و ساده ولی اشکال بالدار دارای چشمهای مرکب و سه چشم ساده هستند. چنجه پاها از ۲ بند تشکیل می شود و بر روی هر بند انتهایی پنجه پا دو ناخن وجود دارد. سرسی کوتاه و یک تکه است و به یک موی بلند منتهی می شود. شکم کوتاه و بیضوی شکل و متشکل از ۱۰ بند است. قطعات دهانی از نوع ساینده و دگردیسی از نوع ساده است. این راسته فقط داراط یک خانواده به نام Zorotypidae و یک جنس منحصر به فرد به نام *Zorotypus* می باشد.



شکل۲-۶۱: شکل خارجی حشرات راسته Zoraptera

فصل سوم

بیولوژی و رفتارشناسی حشرات

مقدمه

به طور کلی همه حشرات از تخم حاصل می‌شوند. در بسیاری از حشرات که تخمگذار هستند، نوزادی که از تخم خارج می‌شود شبیه حشره کامل نبوده و به آن لارو می‌گویند. در عده معدودی از حشرات نیز تخم‌ها در داخل بدن حشره ماده نگهداری می شوند تا اینکه نوزادان از آنها خارج شده و سرانجام حشره ماده آن نوزادان را به خارج از بدن می‌فرستد، این‌گونه حشرات را زنده‌زا گویند. نوزاد حشرات بعد از مدتی به طور تدریجی و یا به طور آنی تغییراتی حاصل نموده و به حشره کامل تبدیل می‌شود. به طور کلی اکثر حشرات در دوران زندگی خود چهار مرحله رشدی مختلف و مشخص را طی می‌کنند که عبارتند از: ۱- تخم، ۲- لارو، ۳- شفیره، ٤- حشره کامل.

تخم از عوامل عمده تکثیر گونه و در مواردی نیز وسیله انتشار می‌باشد. تخم حشرات از نظر اندازه، شکل، رنگ، انفرادی یا دسته جمعی بودن و همچنین محل استقرار آن در محیط، بسیار متنوع است. از نظر ظاهری بیشتر آنها گرد، تخم‌مرغی و یا کشیده هستند، ولی بعضی از آنها بشکه‌ای شکل و عده‌ای دیگر نیز دیسکی یا بشقابی بوده و البته اشکال دیگر نیز مشاهده شده‌است. سطح تخم حشرات از پوسته‌ای ساخته شده که ضخامت، نقش‌بندی و رنگ آن گونه‌های مختلف متفاوت است. محل تخمگذاری حشرات معمولاً در جاهایی است که از نظر خطرات طبیعی تا حدودی محفوظ بوده و یا موقعی که نوزاد از آن خارج می‌شود در شرایط مناسب برای رشد و نمو خود قرار داشته باشد. بیشتر حشرات تخم‌های خود را در پوشش محافظی قرار می‌دهند. مثلاً سوسری‌ها، شیخک‌ها و

غیره تخم‌های خود را در یک محفظه یا کپسول محافظ می‌گذارند. پروانه ابریشم باف‌ناجور تخم‌های خود را در پوششی از موهای بدن خود قرار می‌دهد، ملخ‌ها و بعضی از حشرات دیگر تخم خود را در داخل زمین و زنجره مو تخم‌های خود را در داخل بافت درختان قرار می‌دهد. از طرف دیگر بیشتر حشرات گیاه‌خوار تخم خود را روی گیاهانی قرار می‌دهند که بعداً به وسیله نوزادان آنها مورد تغذیه واقع می‌شوند. حشراتی که نوزادان آنها آبزی هستند تخم خود را در آب و معمولاً روی تخته سنگ‌ها یا گیاهان آبزی قرار می‌دهند. حشرات انگلی یا پارازیت، تخم خود را روی سطح یا داخل بدن میزبان می‌گذارند. بعضی حشرات تخم‌های خود را دانه دانه قرار می‌دهند و گروهی دیگر به صورت توده‌ای تخم‌گذاری می‌کنند. تعداد تخم گذاشته شده، بسته به گونه حشره ممکن است از یک تا چند هزار عدد متفاوت باشد. بیشتر حشرات بین ۵۰ تا چند صد تخم می‌گذارند.

تخم حشرات از نظر ساختمانی اصولاً مشابه بوده و می‌توان آن را یک سلول دانست که دارای دو پوشش است، یکی پوشش غشایی که سیتوپلاسم را احاطه می‌کند و دیگری پوشش سخت خارجی که دارای یک یا چند سوراخ کوچک به نام میکروپیل در یک طرف آن می‌باشد که از این سوراخ‌ها اسپرماتوزوئید وارد تخم شده و با هسته متحد می‌شود. در داخل پوشش غشایی یک لایه سیتوپلاسم جانبی یا محیطی قرار دارد که در زیر آن، زرده قسمت اعظم حجم تخم را اشغال کرده است و بالاخره هسته در وسط تخم قرار دارد.

در صورتی‌که تخم حشره در شرایط مناسب قرار گیرد در داخل آن یک‌سری تغییر و تحولاتی حاصل می‌شود و مراحلی را پشت سر می‌گذارد که در طی این مراحل که به آن دوره رشد و نمو جنینی گویند جنین تشکیل می‌گردد. در دوره رشد و نمو جنینی بیشتر اعضا، بافت‌ها و زوائد بدن حشره به وجود آمده و ضمناً بدن حلقه حلقه می‌گردد. پس از تکمیل دوره رشد و نمو جنینی تخم تفریخ شده و نوزاد یا لارو حشره از آن خارج می‌شود. تفریخ شدن تخم و یا خارج شدن حشره از تخم به صور مختلف انجام می‌گردد. بیشتر حشراتی که قطعات دهانی جونده دارند نقطه‌ای از پوسته تخم را جویده و از آن خارج می‌شوند. عده دیگری از حشرات دارای آلتی به نام تخم‌شکن هستند که به صورت زائده‌ای خار مانند و یا اره مانند بر روی سطح پشتی سر حشره واقع شده و در شکستن تخم و خارج شدن حشره از آن کمک می‌کند. علاوه بر این، پوسته تخم ممکن است در اثر حرکت جنین در داخل تخم و یا کشیدن هوا به داخل بدن و منبسط شدن در امتداد سطوح نازک تخم نیز شکسته شود.

چند جنینی در حشرات: چند جنینی عبارت است از رشد و نمو بیش از یک جنین در داخل یک تخم. این حالت در بعضی از زنبورهای پارازیت دیده می‌شود. تعداد نوزادانی که از یک تخم خارج می گردند بسته به نوع گونه آن حشره ممکن است از ۲ تا ۱۵۰۰ عدد متغیر باشد.

رشد و نمو بعد از دوره جنینی: چون حشرات دارای اسکلت خارجی هستند و این اسکلت کیتینی، نسبتاً سخت بوده و غیر قابل انبساط است، لذا مانعی برای رشد حشره محسوب شده و حشره برای رشد کردن مجبور است این جلد را انداخته و بعد از رشد خود جلد دیگری را که بزرگ‌تر خواهد بود ترشح کند. در جریان عوض شدن جلد بدن، پوشش کوتیکولی تراشه‌ها، بخش-های جلویی و عقبی لوله گوارش و اسکلت داخلی نیز عوض می‌شوند. این عمل تعویض جلد را مولتینگ یا اکدایسیس می گویند.

قبل از عوض کردن جلد، سلول‌های اپیدرمی کوتیکول جدیدی را ترشح می‌کنند که در زیر کوتیکول قدیمی واقع می‌شود. این سلول‌ها با ترشح ماده‌ای به نام ماده تعویض جلد باعث جدا شدن کوتیکول قدیمی از اپیدرم شده و سپس کوتیکول جدید ترشح می‌گردد (لایه‌های خارجی ابتدا ترشح می‌شوند). ماده تعویض جلد محتوی آنزیم‌هایی است که باعث هضم کوتیکول داخلی یا آندوکوتیکول شده ولی روی اپیکوتیکول یا قسمت اسکلروتینی کوتیکول خارجی اثر ندارد. مواد هضم شده مجدداً جذب شده و در ساختمان کوتیکول جدید به کار برده می‌شوند. وقتی که کوتیکول جدید تشکیل شد، حشره آماده خارج شدن از کوتیکول قدیمی خواهد بود. انداختن جلد قدیمی یا خارج شدن حشره از کوتیکول قدیمی بدین طریق انجام می‌شود که ابتدا شکافی در امتداد خطوط ضعیف و کم مقاومت سطح پشتی قفس‌سینه جلد بدن حاصل می‌شود. نیروی شکاف دهنده، فشار زیاد خون و گاهی اوقات هوا یا آب بوده که در اثر انقباض و انبساط ماهیچه‌های شکم ایجاد می-گردد. این شکاف کم کم باز شده و حشره خود را از داخل آن خارج می‌کند. حشره پس از خروج از جلد قدیمی، رنگ پریده بوده و کوتیکول سطح بدن آن نرم است، اما پس از یکی دو ساعت این کوتیکول سخت و تیره رنگ می‌شود و در همین مدت کوتاه که سطح بدن آن نرم است حشره منبسط شده و به یک مرحله رشدی جدید می‌رسد. این انبساط در اثر کشیدن هوا یا آب به داخل بدن حاصل می شود. بال‌ها (اگر وجود داشته باشند) بعد از آخرین جلد عوض کردن به واسطه نفوذ خون در رگبال‌ها باز شده و منبسط می‌گردند. تعداد تعویض جلد حشرات بسته به گونه آنها متفاوت و معمولاً بین ٤ تا ٨ بار است. ولی بعضی از حشرات تا ۱۰ الی ۱۲ بار و حتی بعضی تا ۲۸ بار نیز

جلد عوض می کنند. بیشتر حشرات وقتی به مرحله بلوغ رسیدند نه جلد عوض می‌کنند و نه دیگر ازدیاد جثه پیدا می‌کنند، اما گروهی از حشرات ممکن است حتی تا بعد از مرحله بلوغ نیز به تعویض جلد ادامه دهند.

فاصله بین دو جلد عوض کردن را یک سن لاروی یا پورگی می‌گویند، به طوری که اولین سن لاروی یا پورگی بین خارج شدن از تخم و تعویض جلد بوده و دومین سن لاروی یا پورگی بین اولین و دومین تعویض جلد می‌باشد و غیره.

ازدیاد جثه حشره بعد از هر تعویض جلد بسته به گونه حشره متفاوت است و حتی اندام‌های مختلف یک حشره نیز رشد متفاوتی دارند. ولی بطور کلی در بیشتر حشرات این ازدیاد جثه به صورت یک رشد هندسی خواهد بود.

تولیدمثل در حشرات:

حشرات از نظر تولیدمثل و تکثیر حالت دو شکلی جنسی داشته و حشره نر و ماده غالباً از نظر مرفولوژی خارجی با یکدیگر اختلاف دارند. از جمله تفاوت‌های ظاهری حشره نر و ماده وجود آلت تخمریز در زیر حلقه نهم و یا دهم شکم حشره ماده می‌باشد. سایر اختلافات ظاهری نر و ماده ممکن است بر اساس جثه حشره، رنگ، نوع شاخک، اندازه بال‌ها، وجود یا عدم وجود بال و غیره باشد. حشره نر و ماده از نظر ساختمان داخلی دستگاه تناسلی نیز تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.

حشرات تخم‌گذار Oviparous:

در این گروه نشو و نمای جنینی در داخل تخم و پس از خروج تخم از بدن مادر آغاز می‌شود و ممکن است از هنگام تخم‌گذاری تا خروج لارو و یا پوره چندین روز یا چندین ماه طول بکشد. مثل سن گندم، کرم ابریشم، ملخ مراکشی.

حشرات زنده‌زا Viviparous:

در این گروه رشد جنینی در داخل تخم و قبل از خروج تخم از بدن حشره ماده بالغ صورت می‌گیرد. در این حالت تخم‌ها در داخل تخمدان باز می‌شوند و حشره ماده به جای تخم، لارو یا پوره می‌گذارد. گاهی اوقات نوزادان بخشی از نشو و نمای بعد از جنینی خود را نیز در داخل بدن حشره مادر می‌گذارند.

حشرات Ovoviviparous:

در این گروه اگر چه جنین در داخل تخم و قبل از خروج از بدن مادر شروع به رشد می‌کند ولی تخم در داخل بدن حشره ماده باز نمی‌شود و عمل تفریخ بلافاصله قبل از تخم‌گذاری صورت می‌گیرد. بعضی از شپشک‌های نرم‌تن در این دسته قرار دارند.

حشرات بکرزا:

در این روش تولیدمثل حشره ماده بدون جفت‌گیری با حشره نر تولید تخم می نماید و به عبارت دیگر حشره نر در عمل تولیدمثل دخالتی ندارد. تولیدمثل به طریق بکرزایی ممکن است اختیاری و یا اجباری باشد.

بکرزایی اختیاری: این نوع تولیدمثل به دو صورت اتفاقی و دائمی مشاهده می شود. برای مثال پروانه کرم ابریشم معمولاً به طریق دو جنسی تولیدمثل می‌کند ولی گاهی دیده شده که حشره ماده بدون جفت‌گیری با حشره نر نیز تخم‌ریزی می‌کند که تخم‌ها پس از دوره رشد و نمو جنینی تفریخ شده و لارو از آنها خارج می‌گردد. قابل توجه است که نوزادان حاصله از نظر کروموزومی دیپلوئید می‌باشند، زیرا عمل تقسیم با کاهش کروموزومی در اوول‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها صورت نمی‌گیرد.

بکرزایی دائمی اختیاری در زنبور عسل مشاهده می‌شود که در این حالت حشره ماده یا ملکه زنبور عسل قادر است تخم‌هایی تولید کند که با اسپرماتوزوئید تلقیح نشده اند. نوزادان حاصله از نظر تعداد کروموزوم هاپلوئید بوده ولی از نظر جنسی نر می‌باشند. قابل توجه است که ملکه زنبور عسل علاوه بر تولید تخم‌های هاپلوئید که به طور دائمی قادر به تولید آنها می‌باشد (بکرزایی اختیاری دائمی) می‌تواند تخم‌های دیپلوئید نیز تولید نماید که این‌گونه تخم‌ها با اسپرماتوزوئید تلقیح شده و به افراد کارگر (ماده عقیم) و یا ملکه (ماده بارور) تبدیل می‌شوند.

بکرزایی اجباری: در این نوع تولیدمثل حشرات نر اصلاً دخالتی ندارند و معمولاً تولید نمی‌شوند. تولیدمثل و تکثیر در شته‌ها نمونه بارزی از این روش تولیدمثل است. جمعیت حشره عموماً از ماده ها تشکیل شده و نوزادانی که به وجود می‌آیند نیز ماده و دیپلوئید می‌باشند، چون عمل تقسیم با کاهش کروموزومی یا اصلاً انجام نمی‌شود یا به طور ناقص صورت می‌گیرد.

علاوه بر تولیدمثل به طریق دو جنسی و بکرزایی که در حشرات متداول است حالات دیگری از جمله **هرمافرودیسم** یعنی متمرکز بودن آلات تناسلی نر و ماده در یک حشره (مثل شپشک

استرالیایی) و **چند جنینی** به مفهوم تولید بیش از یک جنین یا لارو از یک تخم (مثل برخی از زنبورها) نیز در حشرات دیده می‌شود.

علاوه بر اینها، عده معدودی از حشرات نیز به طریق **پدوژنز** تولیدمثل می کنند، یعنی لارو حشره تولید لارو جدید و یا تخمگذاری می نماید که این روش در برخی از دوبالان دیده می‌شود.

چندشکلی بین افراد یک گونه حشره:

یکی از خصوصیات بارز حشرات اجتماعی وجود افراد مختلف با خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت است. مثلاً در زندگی اجتماعی زنبور عسل افرادی چون ملکه، کارگر و زنبورهای نر دیده می‌شوند. در سایر حشرات اجتماعی مثل موریانه هم افرادی چون ملکه، نرها، سربازها، کارگرها و غیره وجود دارند. در بعضی از این اشکال مثل کارگرها و سربازها اندام‌های تولیدمثل رشد نکرده و در نتیجه، این افراد تولیدمثل نمی‌کنند. چندشکلی در شته‌ها نیز وجود دارد. بدین ترتیب که افراد یک گونه شته در طول سال به اشکال بال‌دار و بی‌بال که از نظر جنسی نیز با هم متفاوتند ظاهر می‌شوند.

اشکال مختلف لاروی در حشرات

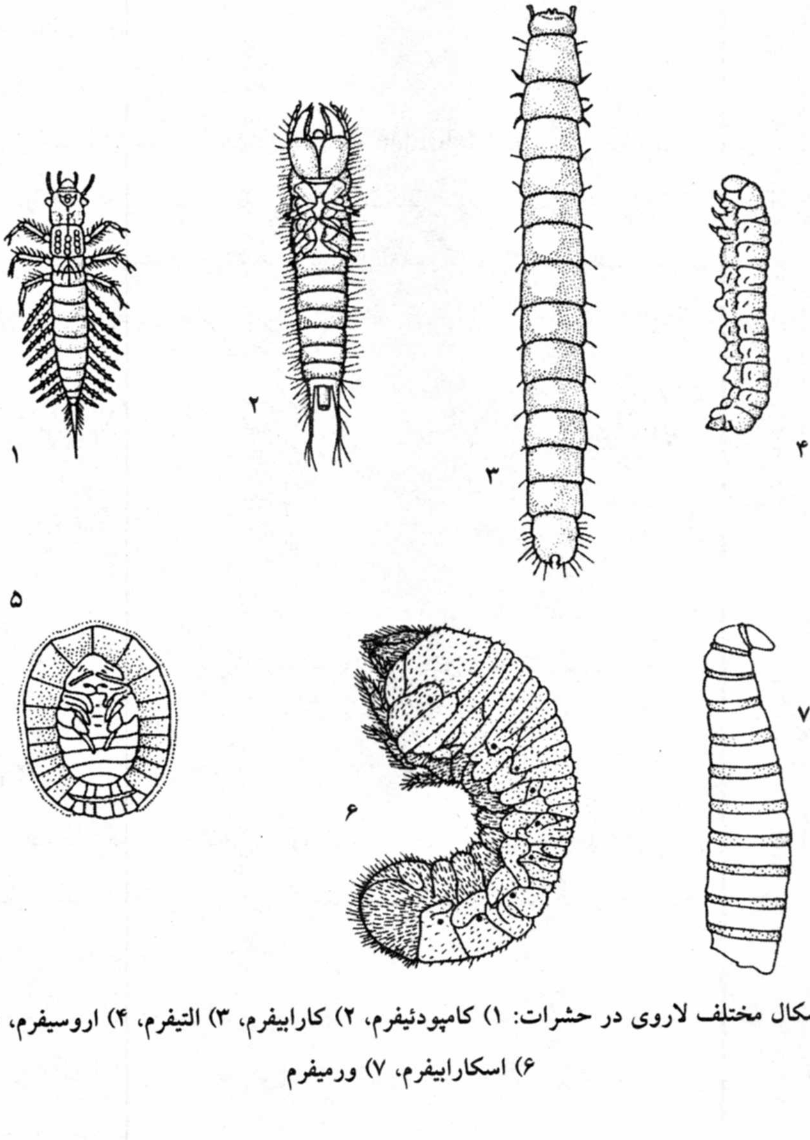
۱- کامپودئیفرم (Campodeiform): در این نوع لاروها بدن معمولاً طویل بوده و در قسمت شکمی و پشتی پهن است. این لاروها دارای شاخک‌های نسبتاً بلند، آرواره‌های قوی و سه جفت پای سینه‌ای بوده و صفت مشخص کننده آنها وجود یک جفت پیوست بلند به نام دنباله (Cercus) در انتهای شکم است. به علاوه، لاروهای این گروه فعال، گوشتخوار و به ندرت نیز گیاه‌خوار می‌باشند؛ مثل لارو سوسک‌های خانواده Cicindelidae.

۲- کارابیفرم (Carabiform): این لارو شباهت زیادی به لارو کامپودئیفرم داشته ولی فاقد پیوست انتهای شکم می‌باشد. رژیم غذایی لاروها گوشتخواری و گیاه‌خواری است و در زیر خاک، زیر پوست درختان و یا داخل باقیمانده‌های گیاهی و حیوانی زندگی می‌کنند؛ مثل لارو کفشدوزک‌ها.

۳- اروسیفرم (Eruciform): این نوع لاروها دارای بدن استوانه‌ای کشیده، قطعات دهانی ساینده، ۳ جفت پای سینه‌ای کوتاه و ۲-۸ جفت پای دروغی در زیر حلقه‌های شکم هستند. تعداد پاهای دروغی در لارو پروانه‌ها اغلب ۵ جفت یا کمتر است. سر نیز گرد بوده و در طرفین دارای

شش چشم ساده جانبی (لارو پروانه‌ها) و یا یک چشم ساده (لارو زنبورها) و شاخک‌های کوتاه می‌باشند.

٤- **اسکارابیفرم (Scarabaeiform)**: لاروها بدن استوانه‌ای خمیده، سر مشخص و سه جفت پای سینه‌ای نسبتاً بلند دارند. حلقه‌های انتهایی شکم معمولاً حجیم بوده و دارای یک جفت سوراخ تنفسی در طرفین اولین حلقه سینه و ۸ جفت سوراخ تنفسی در حلقه‌های شکم می‌باشند. لارو سوسک‌های Scarabaeidae مانند کرم سفید ریشه از این نوع می‌باشد.



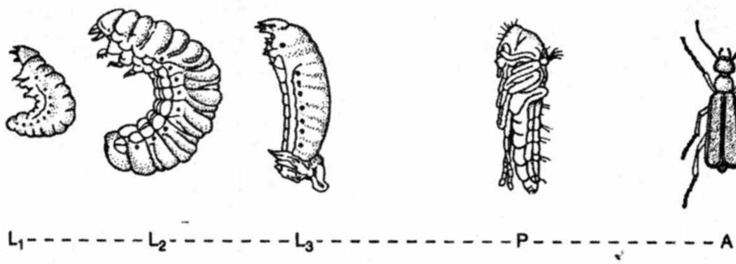
شکل۳-۱: اشکال مختلف لاروی در حشرات: ۱) کامپودئیفرم، ۲) کارابیفرم، ۳) التیفرم، ۴) اروسیفرم، ۵) پلاتیفرم، ۶) اسکارابیفرم، ۷) ورمیفرم

۵- الاتریفرم (Elateriform): بدن مفتولی شکل و دارای سه جفت پای سینه‌ای کوتاه است. لارو سوسک‌های خانواده Elatridae مثل لارو کرم مفتولی سیب‌زمینی از این نوع می‌باشد.

٦- ورمیفرم (Vermiform): این لاروها کرمی شکل و فاقد پا و هر گونه پیوست هستند. سر کوچک و نامشخص بوده و گاهی کمی رشد کرده است. از این نوع می‌توان به لارو سوسک‌های خانواده Cerambycidae یا لارو مگس‌های Muscidae اشاره کرد.

۷- پلاتیفرم (Platiform): لاروها کوتاه و پهن با پاهای کوتاه و گاهی فاقد پا می‌باشند، مثل لارو پشه‌های Culicidae.

بعضی از حشرات مانند لاروهای خانواده Meloidae در سنین مختلف لاروی اشکال متفاوتی دارند، به طوری که وقتی از تخم خارج می‌شوند کامپودئیفرم، وقتی به توده تخم ملخ‌ها می‌رسند ابتدا کارابیفرم و سپس اسکارابیفرم می‌شوند و پس از تغذیه کامل از تخم ملخ‌ها به شکل شفیره‌های مخفی یا پوپاریوم درمی‌آیند. چنین حشراتی را با استحاله اغراقی یا Hypermetabola می‌نامند.



شکل۳-۲: چرخه زندگی حشرات با دگردیسی اغراقی

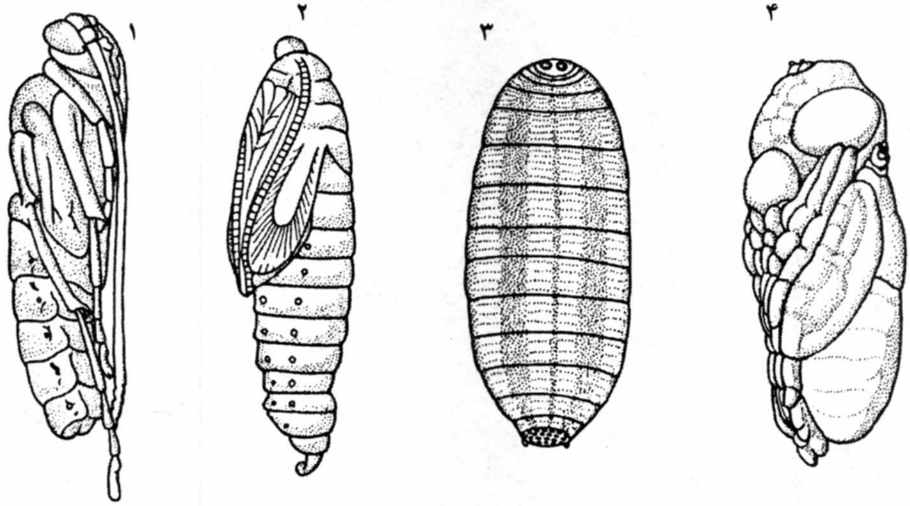
شفیره (Pupa)

در حشرات با دگردیسی کامل، لارو پس از طی آخرین مرحله لاروی وارد مرحله شفیرگی می‌شود. از نظر شکل خارجی و وجود یا عدم وجود پیوست‌های آزاد در سطح خارجی بدن، اشکال مختلف شفیرگی دیده می‌شود:

۱- شفیره آزاد (Exarate): این شفیره‌ها معمولاً سفید رنگ بوده و پیوست‌های شاخک، پاها و بال‌ها با کمی فاصله از بدن و به طور آزاد قرار دارند، به طوری که شفیره می‌تواند حرکاتی انجام بدهد؛ مثل شفیره زنبورها.

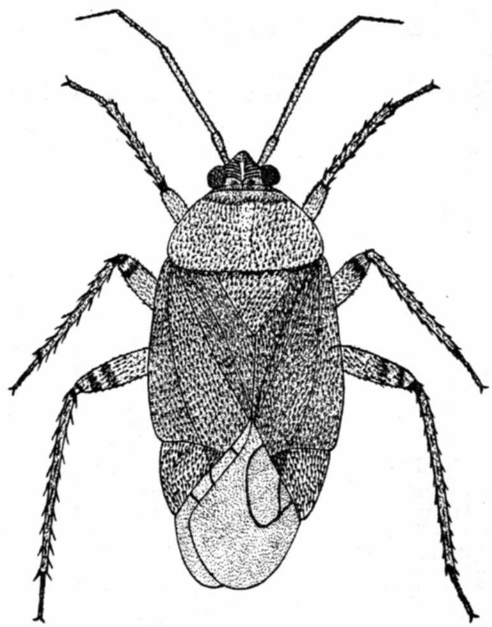
۲- شفیره غیرآزاد (Obtect): جلد این شفیره ها معمولاً سخت بوده و علایم ظهور بالها، پاها و شاخکها در سطح خارجی بدن نمایان ولی به آن چسبیده است؛ مثل شفیره پروانه ها.

۳- شفیره مخفی (Coaractate): در این حالت بدن شفیره به وسیله آخرین جلد لاروی پوشیده شده است. در این نوع شفیره که پوپاریوم نیز نامیده می‌شود، هیچ گونه پوسته‌های خارجی نمایان نیست؛ مثل شفیره مگس‌ها.



شکل۳-۳: انواع شفیره در حشرات: ۱) آزاد، ۲) غیر آزاد، ۳) مخفی، ۴) پوپاریوم

حشره کامل: آخرین مرحله رشد و نمو، حشره کامل است. حشره کامل اغلب دارای بال بوده و اعضای بدن آن کاملاً مشخص است و در حقیقت شکل اصلی حشره را دارد. در این مرحله، حشره تکثیر نموده و منتشر می‌شود. خروج حشره کامل از پیله ها و یا جلد شفیرگی به طرق مختلف از جمله ترشح مواد حل کننده پیله ابریشمی، جویدن پوشش مومی، فشار کپسول سر و یا با استفاده از خارهای جلوی سر صورت می‌گیرد. حشرات کامل اغلب دارای دو شکلی جنسی بوده و نر و ماده یک گونه با هم اختلاف شکل ظاهری دارند، چنانکه در سوسری شرقی نرها دارای بال و ماده‌ها فاقد آن هستند. دوره زندگی حشرات کامل بسیار متغیر و شامل سه مرحله قبل از تخمریزی، تخمریزی و بعد از تخمریزی است. این دوره در ملکه زنبور عسل و موریانه‌ها ممکن است به چندین سال برسد، اما در یکروزه‌ها طول این مدت کمتر از یک روز است.



شکل۳-۴: حشره کامل نر ***L. rugulipennis***

دگردیسی در حشرات

در طی مدت رشد بعد از زندگی جنینی بسیاری از حشرات تغییر شکل ساختمانی حاصل می‌کنند، به طوری که سنین مختلف آنها از لحاظ شکل شبیه به یکدیگر نمی باشد. این تغییرات را به طور کلی به نام دگردیسی می نامند. برخی حشرات از لحاظ شکل بدن دچار تغییرات اندکی می-گردند و حشرات نوزاد و بالغ آن‌ها، غیر از اندازه بدن، تفاوت چندانی از لحاظ شکل با یکدیگر ندارند؛ در حالیکه در عده‌ای دیگر، حشرات نوزاد و بالغ چه از لحاظ شکل و چه از لحاظ رفتار کاملاً با یکدیگر متفاوت هستند. به این گونه تغییرات که هنگام رشد در شکل حشرات صورت می-گیرد استحاله یا دگردیسی می‌گویند. نوزاد حشرات با دگردیسی ناقص، پوره (Nymph) نامیده می شود که از نظر خصوصیات مرفولوژیک شباهت زیادی به حشره کامل دارد.

حشراتی که نشو و نمای خود را به صورت لاروی طی می‌کنند در این مرحله دارای قدرت تغذیه و تخریب فراوان بوده و بدین جهت شناسایی مرحله لاروی در کشاورزی اهمیت فوق‌العاده ای دارد. لارو حشرات هنگام تغذیه رشد و نمو کرده و ازدیاد حجم پیدا می‌کند و سپس تغییر جلد می‌دهد که فاصله بین دو تغییر جلد را یک سن (Instar) می‌گویند.

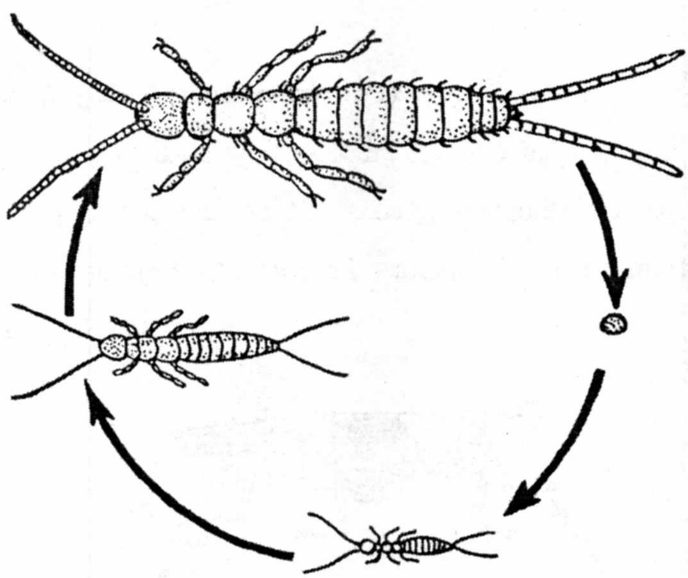
حشرات را با توجه به مراحل رشدی بعد از نشو و نمای جنینی به دو گروه عمده شامل حشرات با استحاله ناقص یا تدریجی (Heterometabola) و حشرات با استحاله کامل (Holometabola) تقسیم می‌کنند.

الف- حشرات با استحاله ناقص یا تدریجی (Heterometabola)

نوزادان این حشرات که پوره نامیده می‌شوند، کم و بیش شبیه حشرات کامل بوده ولی از لحاظ اندازه، طول، تعداد بندهای شاخک، چشم‌های ساده، شکل و اندازه بال‌ها با آنها متفاوتند.

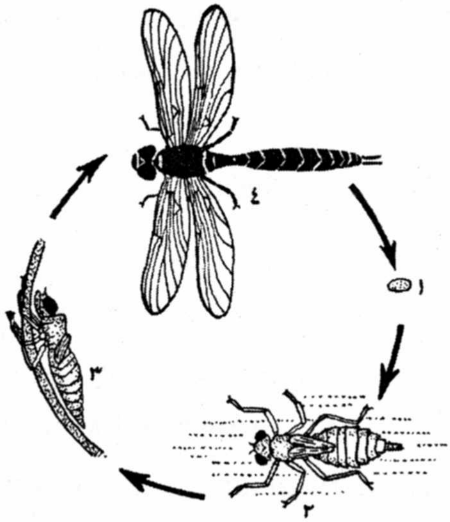
این حشرات به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- **حشرات بدون استحاله (Ametabola):** این گروه شامل حشرات بدون بال می‌باشند و راسته‌های پادمان (Collembola)، بی‌شاخکان (Protura)، دم‌چنگالان (Diplura) و دم‌ریشکداران (Thysanura) در این دسته قرار می گیرند.



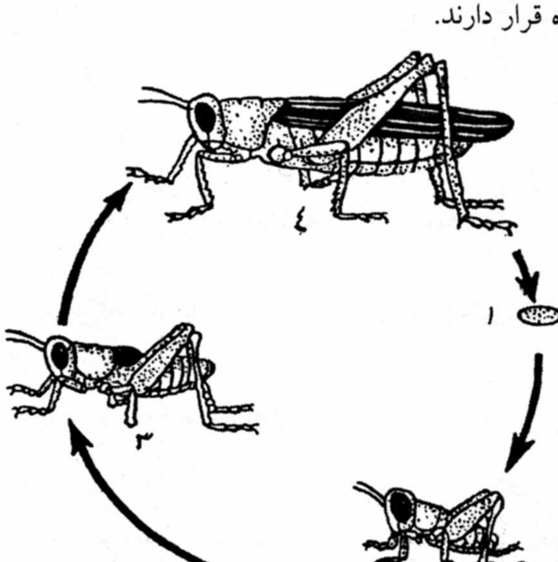
شکل۳-۵: چرخه زیستی حشرات بدون دگردیسی (دم چنگالان)

۲- **حشرات پالئومتابولا (Paleometabola):** در این گروه پوره‌ها دارای خصوصیات ساختمانی ابتدایی هستند و بندهای شکم آنها مجهز به پیوست خارجی جانبی است. به علاوه تغییر جلد در مرحله حشره کامل نیز صورت می‌گیرد. حشرات راسته یکروزه‌ها (Ephemeroptera) از این گروه هستند.



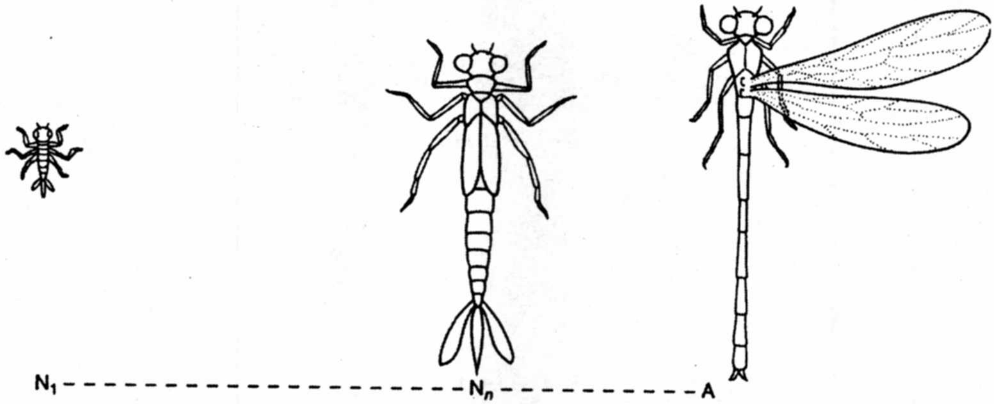
شکل۳-۶: چرخه زیستی حشرات با دگردیسی پالئومتابول (سنجاقکها)

۳- حشرات پورومتابولا (Paurometabola): در این گروه پوره‌ها و حشرات کامل از لحاظ محیط زندگی و رژیم غذایی تفاوت چندانی ندارند و پوره‌ها به تدریج که رشد می‌کنند به حشرات کامل شباهت بیشتری پیدا می‌کنند. حشرات راسته‌های Orthoptera، Isoptera، Homoptera، Dermaptera، Embioptera، Psocoptera، Zoraptera، Hemiptera، Anoplura و Mallophaga در این گروه قرار دارند.



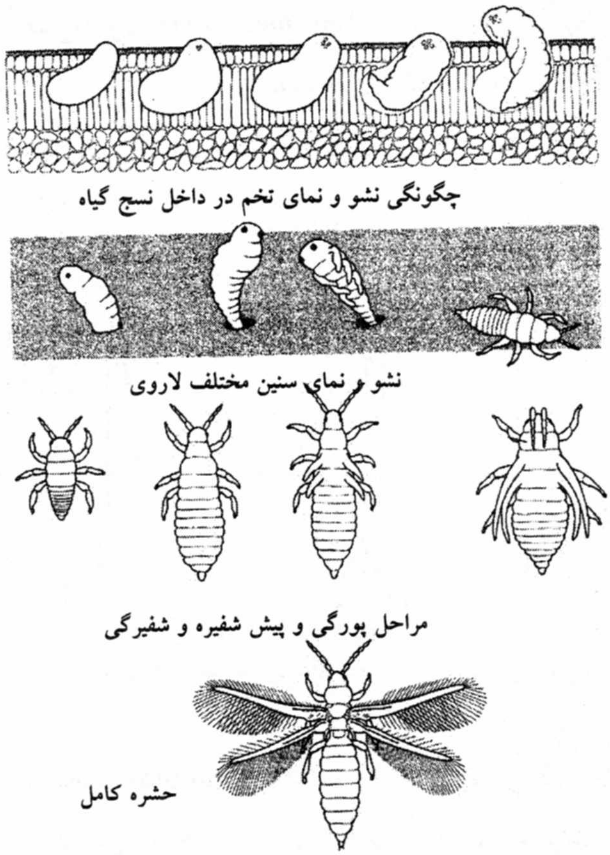
شکل۳-۷: چرخه زیستی حشرات با دگردیسی پورومتابول در ملخها

٤- حشرات همی‌متابول (Hemimetabola): در این گروه بین محیط زندگی نوزاد و حشرات کامل اختلافات فاحشی وجود دارد، به طوری که این حشرات کامل خشکی‌زی بوده و با تراشه تنفس می‌کنند ولی پوره‌ها آبزی‌اند.



شکل۳-۸: چرخه زیستی حشرات با دگردیسی همی متابول

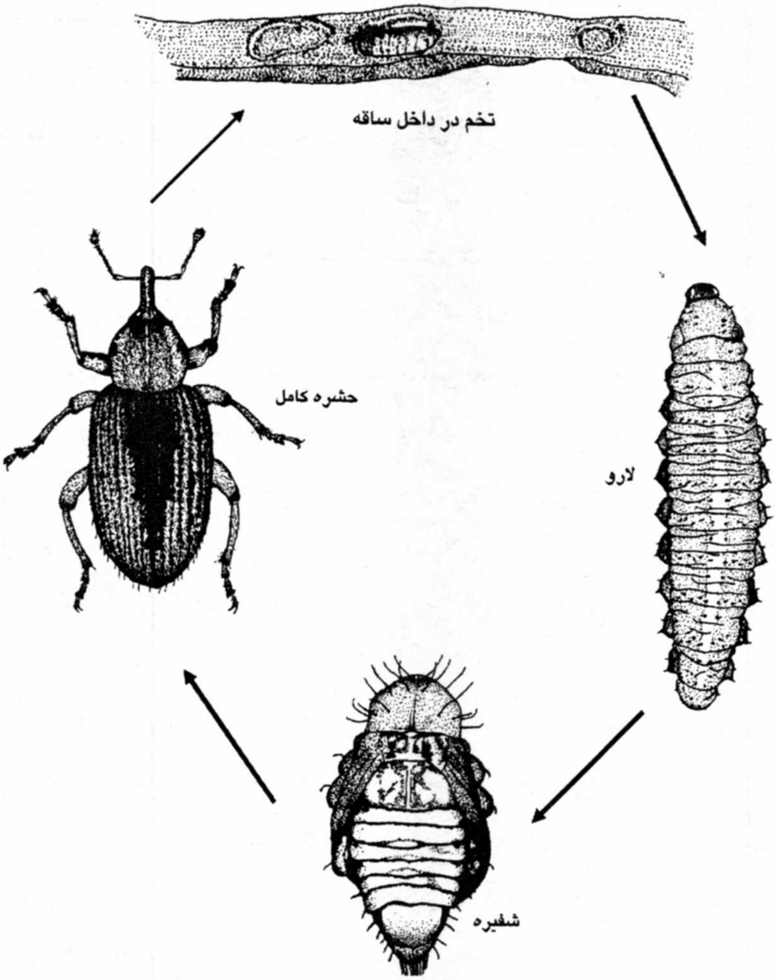
۵- حشرات نئومتابول (Neometabola): در این گروه، نوزادان بلافاصله پس از خروج از سن اول، به علت نداشتن Pterotheca و تفاوت زیاد با حشرات کامل، همانند حشرات Homometabola، لارو نامیده می‌شوند. بال نیز در سن آخر و در مرحله ای شبیه مرحله شفیرگی حشرات با استحاله کامل ظاهر می گردد. حشرات راسته Thysanoptera جزء این گروه می‌باشند. در دگردیسی تریپس، دو سن اول فاقد بال و فعال بوده و معمولاً به نام لارو خوانده می‌شوند، اما دو سن بعدی غیر فعال هستند و بال‌هایشان به خارج بدن رشد می‌نماید. دو سن اول (از سه سن بعدی) در زیر راسته Tubulifera به نام پیش شفیره نامیده می‌شوند. ظاهراً در دو سن اولیه که به نام لارو خوانده می‌شوند رشد بال در داخل بدن صورت می‌گیرد و یک مرحله شفیره غیر فعال نیز قبل از مرحله بالغ وجود دارد که در نتیجه، شبیه به دگردیسی کامل می‌باشد. از طرف دیگر این نوع دگردیسی از لحاظ سنین اولیه رشد حشرات نابالغ که دارای چشم مرکب می‌باشند و بال‌های خارجی که در بیشتر از یک سن قبل از حشره بالغ مشاهده می‌گردد، به دگردیسی ساده شباهت دارد.



شکل۳-۹: چرخه زندگی حشرات با استحاله نئومتابول (تریپس‌ها)

ب- حشرات با استحاله کامل (Holometabola)

اغلب حشرات در این گروه قرار گرفته و دارای دگردیسی کامل می‌باشند. به این ترتیب که در طول زندگی حشره چهار مرحله به نام‌های تخم، لارو، شفیره و حشره بالغ دیده می‌شود و لاروها از نظر شکل ظاهری با حشره بالغ کاملاً تفاوت دارند. لاروها دارای قطعات دهانی ساینده بوده، ولی هرگز دارای چشم مرکب نیستند. به علاوه، جوانه بال نیز در زیر جلد آنها تشکیل می‌شود و قابل رؤیت نمی باشد. لاروها پس از هر پوست‌اندازی مختصری بزرگتر شده و پس از تغذیه و تکمیل رشدی خود به شفیره تبدیل می‌شوند. شکل لاروها در گروه‌های مختلف متفاوت است. نوزادان این حشرات لارو نامیده می‌شود.



شکل۳-۱۰: چرخه زیستی حشرات با استحاله کامل در سرخرطومی برگ یونجه

رفتارشناسی حشرات

اهمیت حشرات بر اساس عملکرد یا رفتار آنها مشخص می‌شود. رفتار حشرات شامل عکس‌العمل‌هایی است که در مقابل تحریکات از خود نشان می‌دهند. تحریکات ممکن است داخلی (مثلاً یک حالت فیزیولوژیکی) و یا خارجی (مثل یک فاکتور محیطی) باشند که موجب به وجود آمدن امواج عصبی شده و این امواج از طریق سیستم عصبی به اعضای تحریک شونده برده می‌شود. عکس‌العمل حاصله بر اساس چگونگی راه عبور موج عصبی و حالت فیزیولوژیکی حشره مشخص می گردد. باید توجه داشت که به فرض اینکه عکس‌العمل حشره در مقابل یک یا چند تحریک به نفع حشره باشد نباید تصور کرد که حشره قادر به فکر کردن یا استدلال بوده است. سیستم عصبی و راه‌های عبور امواج عصبی در حشرات به مقدار زیادی ارثی و ژنتیکی می‌باشد، بنابراین اکثر عکس‌العمل‌های حشرات در مقابل تحریکات معمولاً اتوماتیک بوده و زاییده آموزش و یا تجربه نیستند. ولی فعالیت‌هایی که در نتیجه یادگیری و یا تجربه حاصل شده‌اند در حشرات زیاد دیده می‌شوند.

عکس‌العمل‌های جهت‌دار: بیشتر عکس‌العمل‌های حشرات در مقابل تحریکات، شامل حرکاتی در جهت (مثبت) یا خلاف جهت (منفی) عامل تحریک‌کننده می‌باشد. عکس‌العمل‌هایی که شامل جهت‌یابی نسبت به عامل تحریک‌کننده باشند تروپیسم گفته می‌شوند. عوامل تحریک‌کننده که موجب عکس‌العمل‌های جهت‌دار می‌شوند شامل نور، حرارت، آب، مواد شیمیایی، لمس یا تماس، نیروی جاذبه، زمین و بالاخره جریانات آب و هوا می‌باشند.

بیشتر حشرات عکس‌العمل مشخص در مقابل نور از خود نشان می‌دهند، مثلاً مگس خانگی به طرف نور می‌رود، در حالی که ساس از نور گریزان است. حشرات شب‌پرواز نسبت به نور عکس‌العمل مثبت نشان می‌دهند بخصوص وقتی که شدت نور زیاد باشد، ولی نسبت به نور بسیار گسترده و با شدت کم عکس‌العمل چشم‌گیری ندارند. شدت، دوام و طول موج (رنگ) نور ممکن است روی نوع عکس‌العمل حاصله مؤثر باشند.

عکس‌العمل مثبت حشره نسبت به مواد شیمیایی معینی ممکن است موجب پیدا کردن غذا، جنس مخالف و یا محلی برای تخم‌گذاری به وسیله حشره گردد. ماده شیمیایی که باعث دور کردن حشره یا عکس‌العمل منفی آن شود دور کننده گفته می‌شود. حشرات معمولاً عکس‌العمل منفی نسبت به لمس یا تماس از خود نشان می‌دهند. گروهی از حشرات مثل سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها که روی

حصارها نشسته باشند و همچنین بیشتر حشرات آبزی دارای عکس‌العمل مثبت نسبت به جریان باد می باشند.

داشتن آگاهی‌های کافی از عکس‌العمل حشرات در مقابل تحریکات مختلف نتایج عملی مفیدی را متضمن خواهد بود. چنین دانشی ممکن است در پیدا کردن مراکز تجمع حشرات، پیش‌بینی محل عزیمت آن‌ها و یا اینکه تحت شرایط بخصوصی چه خواهند کرد به کار رود. آگاهی از عکس‌العمل‌های جهت‌دار حشرات ممکن است در به دام انداختن حشرات مضر، نابودی آن‌ها و یا دور کردن آن‌ها پیش از ایجاد خسارت مفید واقع شوند.

سازش با محیط و تغییرات در زندگی حشرات:

حشرات خونسرد بوده و درجه فعالیت آنها تابع شرایط اقلیمی مخصوصاً حرارت و رطوبت می‌باشد، به طوری که هر گونه حشره محدوده معینی از حرارت و رطوبت را تحمل کرده و به نشو و نمای خود ادامه می‌دهد، اما در صورتی‌که حرارت و رطوبت از حدود قابل تحمل حشره فراتر روند حشره شدت متابولیسم خود را پایین آورده، فعالیت خود را ظاهراً متوقف می‌نماید و به حالت خواب (Dormancy) در می‌آید که مدت دوره خواب بسته به گونه حشره و شرایط آب و هوایی متفاوت است. چنانچه دوره خواب و غیرفعال بودن حشره در زمستان باشد به آن خواب زمستانه (Hibernation) و اگر این خواب در دوره تابستان و مواقعی که درجه حرارت محیط بالا است اتفاق بیفتد به آن خواب تابستانه (Aestivation) می گویند.

دوره خواب در حشرات به وسیله عوامل محیطی و ژنتیکی کنترل می‌شود. بیشتر حشرات در صورت وجود شرایط محیطی نامناسب به خواب رفته و از فعالیت‌های معمولی خود باز می‌ایستند و در مواقعی که شرایط مناسب شد مجدداً فعال می‌شوند.

بعضی از حشرات در صورت وجود شرایط محیطی مناسب به طور مداوم تولیدمثل می‌کنند و به خواب نخواهند رفت. ولی عده‌ای دیگر از حشرات حتی در صورت وجود شرایط محیطی مناسب در موقع بخصوصی قبل از فرا رسیدن شرایط محیطی نامناسب فعالیت خود را متوقف کرده و به حالتی از خواب درمی‌آیند که به آن دیاپوز گفته می شود و با خواب زمستانه یا تابستانه متفاوت است. دیاپوز معمولاً در صورتی شکسته می‌شود که حشره در معرض سرما قرار گرفته (برای چند هفته تا چند ماه) و مجدداً به درجه حرارت مناسب برگشت داده شود. دلیل اصلی که باعث دیاپوز می‌شود معمولاً طول روز یا فتوپریود است. بیشتر حشرات در موقع بخصوصی از سال وارد مرحله دیاپوز

می‌شوند که زمان آن بسته به گونه حشره متفاوت است. تأثیر طول روز معمولاً مستقیماً بر روی خود حشره بوده ولی ممکن است به طور غیر مستقیم یعنی تأثیر بر روی مواد غذایی حشره نیز باشد.

رفتارهای پیچیده حشرات:

بیشتر رفتارهای حشرات مثل جفت‌گیری، ساختن لانه، تخم‌گذاری، شکار طعمه و غیره معمولاً از یک‌سری فعالیت‌های پشت سر هم حاصل می‌شوند. مثلاً حشرات زیادی هستند که تخم‌گذاری آن‌ها با نظم و ترتیب خاصی انجام می‌گردد. زنجره مو پوست شاخه‌ها را شکافته و در آن‌ها تخم‌گذاری می‌کند. بعضی از سوسک‌ها لاشه حشرات یا حیوانات کوچک دیگر را در زیر خاک مدفون کرده و در آنها تخم‌گذاری می‌کنند. بیشتر حشرات انگلی تخم خود را رو یا داخل بدن میزبان قرار می‌دهند. چنین رفتارهایی اغلب به منظور خاص و یا از روی هوشیاری حشره انجام می‌شوند. مثلاً اعمال یک زنبور در ساختن لانه، به دام انداختن و نیش زدن به طعمه، بردن طعمه در داخل لانه و تخم‌گذاری روی آن و بالاخره مسدود کردن درب لانه نشان‌دهنده پیش‌بینی بسیار حساب شده به وسیله زنبور است.

وقتی چنین رفتارهایی را با دقت مطالعه کنیم، ملاحظه خواهیم کرد که این گونه رفتارها معمولاً اتوماتیک و در تمام افراد یک گونه به طور مشابه انجام می‌شوند و در واقع تا حدودی مشخص کننده خصوصیات رفتاری آن گونه هستند. به عبارت دیگر، این رفتارها اصولاً جزء غریزه حشره بوده و رفتارهای غریزی نامیده می شوند و حشره برای انجام دادن آنها احتیاجی به یادگیری ندارد. چنین رفتارهایی در دوران تکامل حشرات باقی مانده‌اند و چون برای آنها ارزش حیاتی دارند، معمولاً ثبات پیدا کرده و به صورت ارثی به نسل‌های بعدی منتقل می‌شوند، اما بالعکس، رفتارهایی که اهمیت چندانی از نظر بقاء حشره ندارند به تدریج ناپدید می‌گردند.

بعضی از رفتارهای حشرات ریتمی یا دوره‌ای بوده و یا با تغییرات دوره‌ای عوامل محیطی مطابقت دارد. حشراتی که در محیط‌های باز زندگی می‌کنند (بر خلاف حشراتی که در محیط‌های سربسته زندگی می‌کنند) معمولاً فعالیت‌های دوره‌ای روزانه از خود نشان می‌دهند، به طوری که در هنگام روز فعالیت کرده و در شب از فعالیت باز می‌مانند. چنین فعالیت‌هایی که معروف به اعمال ریتیمی ۲۴ ساعته می‌باشند ظاهراً به وسیله عوامل محیطی کنترل می‌شوند (بخصوص نور)، ولی در بعضی حالات، عوامل فیزیولوژیک داخلی در کنترل آن‌ها دخالت دارند. بعضی از حشرات که دارای

فعالیت‌های دوره‌ای روزانه هستند اگر در محلی که دارای روشنایی یا تاریکی دائم است قرار گیرند به فعالیت دوره‌ای خود برای مدتی ادامه خواهند داد.

رفتار جفت‌گیری حشرات اغلب پیچیده بوده و در گونه های مختلف بسیار متفاوت است. عواملی که دو جنس نر و ماده را به هم نزدیک می‌کنند ممکن است شیمیایی (مواد جذب کننده)، صوتی (مثل راست‌بالان) یا علائم بینایی (مثل حشراتی که از خود نور تولید می‌کنند و یا رقص‌های بعضی از مگس‌ها) باشند. درجه تخصص در انجام چنین رفتارهایی باعث جلوگیری از جفت‌گیری بین گونه‌های مختلف می‌شود.

پاسخ به این سؤال که حشرات دارای هوش هستند یا نه، بستگی به تعریف هوش و ذکاوت دارد. تعریف‌های گوناگونی برای هوشیاری و ذکاوت ارائه شده، ولی بطور کلی می‌توان گفت هوش عبارت است از ظرفیت و قدرت تغییر رفتار در نتیجه تجربه در جهت منافع فرد (یعنی یادگیری و احتمالاً قدرت فکر کردن و استدلال کردن). شواهد زیادی وجود دارد که گویای ظرفیت محدود یادگیری حشرات است ولی در مورد قدرت فکر کردن حشرات یا اصلاً شواهدی وجود ندارد و یا این شواهد بسیار جزئی می‌باشند.

مثال‌هایی از یادگیری حشرات عبارتند از عبور آنها از راه‌های پیچ‌درپیچ در اثر تجربه، عکس‌العمل معینی در نتیجه قرار دادن آن‌ها تحت شرایطی و سپس حذف بعضی از اجزای آن شرایط و دریافت همان عکس‌العمل در اثر وجود جزئی از آن شرایط. حشراتی که خانه خود را در محلی ساخته و در محل دیگری تغذیه می‌کنند به خوبی راه برگشت به خانه خود را یاد می‌گیرند. چنین قدرتی نشان‌دهنده آن است که حشرات دارای حافظه برای چیزهائی که دیده یا بوئیده و یا سایر عوامل محرکه می‌باشند.تجربه نشان داده که سوسک‌ها و مورچه‌ها بخوبی راه‌های پیچ‌درپیچ را یاد می‌گیرند. البته در این یادگیری هوش مورچه‌ها بیشتر از سوسک‌ها بوده و موش‌ها از حشرات آزمایش شده هوش بیشتری داشته‌اند. زنبور عسل با دقت بسیار می‌تواند راه لانه خود را مشخص کند که این جهت‌یابی بر اساس وجود علائم زمینی و موقعیت خورشید روی آسمان مشخص می‌شود. بازگشت مورچه‌ها به لانه از طریق علامت‌گذاری راه طی شده یا مواد بودار بوده ولی ممکن است جهت خورشید نیز در این راه‌یابی مورد استفاده قرار گیرد.

رفتارشناسی حشرات در حرکت و نقل و انتقال:

نقل و انتقال یکی از خصوصیات مهم هر حیوانی است و این خصوصیت در حشرات به خوبی تکامل یافته است.حشرات اساساً موجوداتی خشکی‌زی هستند، ولی خیلی از آنها آبزی بوده و بسیاری قادر به پرواز هستند. بدین ترتیب،حشرات دارای مکانیسم بسیار موثر برای حرکت در خشکی، آب و هوا می‌باشند.

حرکت در خشکی به وسیله حشرات:

وسیله اصلی برای حرکت حشرات در خشکی پاهای آنها است. حرکت پاها بستگی به انقباض و انبساط ماهیچه‌ها و همچنین خصوصیت مفصل‌بندی پا دارد. حرکت حشرات در خشکی به وسیله پاها به طرق مختلف خزیدن، راه رفتن یا قدم زدن و جهیدن انجام می‌شود.

خزیدن:

خزیدن در حشرات نوعی حرکت یا نقل و انتقال است که به خوبی در لاروهای بدون پا و لارو پروانه‌ها دیده می‌شود. لاروهای بدون پا به وسیله حرکات دودی بدن که عبارت است از امواج انقباض و انبساط بدن که در جهت حرکت حشره حاصل می‌شود نقل و انتقال می یابند. بیشتر لاروهای پروانه‌ها نیز به همین ترتیب حرکت می‌کنند. ولی پاهای دروغین که در ناحیه شکمی این‌گونه لاروها وجود دارد به این حرکت کمک می‌کند. لاروهای برخی پروانه‌ها که فقط پاهای دروغین انتهای بدن آنها رشد کرده است بدین ترتیب حرکت می‌کنند که ابتدا پاهای دروغین عقبی را جلو آورده که در نتیجه، بدن بصورت حلقه‌ای درمی‌آید و سپس قسمت جلو بدن را جلو می‌برند.

راه رفتن یا قدم زدن:

تفاوت بین قدم زدن و دویدن در حشرات یک تشخیص اختیاری و بر اساس سرعت حرکت است. طرز معمولی راه رفتن در حشرات بدین ترتیب است که ۳ عدد از پاها به جلو حرکت می‌کنند در حالی‌که ۳ عدد پای دیگر روی زمین قرار دارند. پاهای جلو و عقب یک طرف و پای میانی از طرف دیگر با هم حرکت می‌کنند. حالات دیگر راه رفتن نیز وجود دارد.

جهیدن یا جهش:

مثال‌های زیادی از این نوع حرکت در حشرات وجود دارد از جمله ملخ‌ها، زنجره‌ها، کک‌ها و پادمان و غیره. در تمام حشرات جهنده به غیر از پادمان، پاهای عقبی عامل اصلی جهش است. پادمان آلت بخصوصی به نام فنر جهش دارند. در موقع جهش یک ملخ، قسمت جلو بدن به وسیله پاهای

جلویی و میانی بلند شده و سپس پاهای عقبی به طور ناگهانی از هم باز و کشیده می‌شوند که باعث جهش حشره می‌شود. عامل اصلی چنین حرکت جهشی ماهیچه‌های ران‌های پاهای عقبی هستند.

حشرات شناگر:

حشرات زیادی از جمله برخی از سخت‌بالپوشان، عده‌ای از سن‌ها و پوره و لارو حشرات آبزی در آب زندگی کرده و دارای روش‌های متفاوتی برای حرکت در آب می‌باشند. در سخت‌بالپوشان و سن‌های آبزی پاهای میانی و عقبی پهن و کشیده شده و معمولاً دارای یک سری موهای متراکم کشیده هستند که در ایجاد حرکت اهمیت دارند. پوره‌ها و لاروهای آبزی روش‌های گوناگونی برای حرکت در آب دارند و معمولاً به وسیله زوائد جانبی شکمی و یا به وسیله حرکات دودی یا موجی در آب شنا می‌کنند.

پرواز و رفتارهای پروازی حشرات:

پرواز یکی از خصوصیات بسیار بارز حشرات است و یکی از عوامل موفقیت آنها برای ادامه حیات بوده و به گسترش آن‌ها در سطح کره زمین کمک شایانی کرده است. حشرات به منظور پیدا کردن غذا، جفت، محل تخم‌گذاری، فرار از دست شکارگرهای طبیعی و انسان و غیره پرواز می‌کنند. بسیاری از حشرات قدرت پرواز بیشتری از سایر حیوانات پروازکننده دارند، به طوری که قادر به جهت دادن به پرواز خود بوده، می‌توانند در فضا بال بزنند و در محلی در هوا معلق بمانند یا به یک طرف پرواز کرده و به عقب یا جلو بروند. بال‌های مهره‌داران پروازکننده (پرندگان و خفاش‌ها) به وسیله ماهیچه‌هایی که مستقیماً به بال‌ها متصل می‌شوند به حرکت درمی آیند، ولی در حشرات ماهیچه‌های حرکت‌دهنده بال‌ها مستقیماً به آن‌ها متصل نیستند بلکه در داخل قفس‌سینه قرار دارند و با انقباض و انبساط خود باعث تغییر شکل قفس‌سینه شده و به طور غیر مستقیم بال‌ها را به حرکت در می‌آورند.

نسبت بال زدن حشرات در حالت پرواز در گروه‌های مختلف متفاوت است، به طوری که بعضی از پروانه‌ها فقط چند بال در هر ثانیه می‌زنند، در حالی‌که نسبت بال زدن خیلی از آسیابک‌ها ۴۰ عدد در هر ثانیه و بیشتر دوبالان بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ عدد در هر ثانیه می‌باشد. عده‌ای از دوبالان نیز در حدود ۱۰۰۰ بار در هر ثانیه بال می‌زنند. اندازه‌گیری سرعت پرواز حشرات اغلب مشکل می‌باشد ولی گزارشات متعدد حاکی از آن است که متوسط سرعت پرواز در بیشتر حشرات حدود ۵۶ کیلومتر در ساعت است، اما با این وجود، خیلی از حشرات سرعتی بیش از این دارند. برقراری تعادل

حشرات در حالت پرواز به وسیله کنترل به وسیله کنترل حرکات بال‌ها حاصل می‌شود. اعضای حسی نیز (مخصوصاً چشم‌ها و شاخک‌ها) در کنترل تعادل دخالت دارند. در دوبالان ظاهراً هالترها عضو حسی بوده و سبب برقراری تعادل دخالت می شوند.

مهاجرت حشرات:

وقتی صحبت از مهاجرت می شود اکثر مردم تصور پروازهای طولانی پرندگان را در بهار و پاییز دارند. در چنین مواقعی اکثر افراد یک گونه فاصله بسیار زیادی را پرواز کرده و از لانه اصلی خود دور شده و به مناطق زمستانگذرانی می‌روند و با فرا رسیدن فصل و شرایط مناسب به محل اصلی و اولیه مراجعت می‌کنند. چنین حرکات تجمعی در بعضی از حشرات نیز دیده می‌شود، با این تفاوت که حرکت حشرات معمولاً یک‌طرفه است. یعنی این‌که حشرات مهاجرت کرده دیگر به محل اولیه باز نمی‌گردند و اگر پرواز برگشتی حاصل شود معمولاً در مورد نسل‌های دیگری از آن گونه حشره است. مهاجرت ملخ‌های شاخک‌کوتاه نمونه بارزی از مهاجرت حشرات است. توده‌های چندین میلیونی از این حشرات در حال مهاجرت دیده شده‌اند که هر گیاه سبزی را در توقف‌های متناوب در سر راه خود خورده و مزارع و باغات را به صورت بیابان لم یزرع در می‌آورند. علل چنین مهاجرت‌هایی یک سری عوامل محیطی و ازدیاد بیش از حد حشرات در اماکن زیستی آنها است.

رفتار تغذیه‌ای حشرات:

حیوانات برای ادامه حیات خود مجبور به تغذیه بوده و بیشتر فعالیتهای آنها برای تأمین غذا است. غذا یکی از عوامل تعیین کننده جمعیت حیوانات، محل زندگی و انتشار آن‌ها می‌باشد. رفتار تغذیه‌ای حشرات (نوع غذایی که می‌خورند و نحوه خوردن آن‌ها) معمولاً مشخص کننده اهمیت اقتصادی آنهاست.

حشرات گیاهخوار (Phytophagous Insects):

حشرات به راه‌های مختلف و از قسمت‌های مختلف بیشتر گیاهان خشکی‌زی و گیاهان آب‌های شیرین تغذیه می کنند. تعداد حشراتی که گیاهان را مورد تغذیه قرار می دهند احتمالاً بیشتر از حشراتی است که از چیزهای دیگر می‌خورند. حشراتی که از گیاهان مورد مصرف انسان تغذیه می کنند اغلب خسارت‌های اقتصادی وارد کرده و به طور کلی آفات محصولات کشاورزی نامیده می شوند. تغذیه حشرات جونده از برگ‌های گیاهان باعث می‌شود که برگ ها دارای سوراخ‌هایی شوند و یا از برگ‌ها فقط رگبرگ‌ها باقی بماند. همچنین این حشرات یا به طور نامنظم از قسمت‌های

حاشیه‌ای برگ‌ها خورده و یا به طور کامل آنها را مورد تغذیه قرار می دهند. حشرات کوچک برگخوار معمولاً از بین رگبرگ‌ها می‌خورند در حالی‌که حشرات بزرگ‌تر از قسمتی از برگ یا از تمام آن تغذیه می‌کنند. حشرات مهمی که برگ‌ها را به این طریق مورد تغذیه قرار می دهند عبارتند از: ملخ‌ها، لارو انواع پروانه‌ها، شب‌پره‌ها، زنبورهای گیاه‌خوار و سخت‌بالپوشان. در مواقعی که جمعیت این‌گونه حشرات زیاد باشد می‌توانند مناطق وسیع کشاورزی را عاری از برگ و سبزینه نمایند.

گروهی دیگر از حشرات از شیره نباتات تغذیه می‌کنند، به طوری که خرطوم خود را در برگ و یا سایر قسمت‌های گیاه فرو برده و شیره نباتی را می‌مکند. حشرات مکنده شیره گیاه از برگ‌ها باعث لکه‌ای شدن یا قهوه‌ای شدن و یا پیچیده و پژمرده شدن برگ‌ها می‌شوند. این‌گونه تغذیه از ساقه و سرشاخه‌های گیاهان موجب کوچک ماندن گیاه و پژمرده شدن آن می گردد. خسارت اصلی به گیاه به واسطه خارج شدن شیره نباتی و زخم‌هایی است که به بافت آن وارد می‌شود. حشرات مهمی که بدین طریق تغذیه می‌کنند عبارتند از: شپشک‌های نباتی، شته‌ها، زنجره‌ها و سن‌ها. شپشک‌های نباتی گرچه حشرات کوچکی هستند و به نظر می‌رسد که خسارت زیادی وارد نمی‌کنند، ولی اغلب جمعیت آن‌ها آنقدر زیاد می‌شود که تمام سطح پوست تنه یک درخت یا یک شاخه را می‌پوشانند و قادرند که باعث خشک شدن یک باغ یا عده‌ای از درختان شوند. شته‌ها موجب پیچیدگی برگ‌ها شده و وقتی که از میوه‌ها تغذیه می‌کنند باعث کوچک ماندن یا ریزش آن‌ها می گردند.

گونه‌های زیادی از حشرات داخل بافت گیاهان از قبیل برگها، ساقه، ریشه و میوه را مورد تغذیه قرار می دهند، مثل مینوز برگ‌ها (که از بین دو اپیدرم برگ می‌خورند) و مهمترین آنها از راسته‌های پروانه‌ها، دوبالان، زنبورها و سخت‌بالپوشان هستند. هر گونه حشره مینوز برگ نحوه تغذیه بخصوصی دارد و بعد از تغذیه از برگ کانال‌های مشخصی را در برگ ایجاد می‌کند. حشرات زیادی بخصوص لاروهای شب پره‌ها و سخت‌بالپوشان ساقه و شاخه گیاهان را سوراخ کرده و در داخل آنها به تغذیه می‌پردازند. این‌گونه شاخه‌های مورد حمله معمولاً از بین رفته و در نتیجه، مانع رشد گیاه و یا بدشکلی آن می‌شوند. حشرات دیگری از جمله لارو شب‌پره‌ها، دوبالان و سخت‌بالپوشان به داخل میوه‌ها رفته و از آنها تغذیه می‌کنند.

گروهی دیگر از حشرات به تنه و قسمت‌های چوبی درختان حمله کرده و با ورود به داخل آن‌ها باعث ضعیف شدن، بدشکلی و گاهی مردن درخت می‌شوند. مهم‌ترین حشرات این گروه عبارتند از: بعضی از سخت‌بالپوشان، شب‌پره‌ها، زنبورها، مورچه‌های نجار و موریانه‌ها.

بیشتر حشراتی که از گیاهان تغذیه می‌کنند یک یا چند ماده شیمیایی را در جریان تغذیه به داخل گیاه می‌فرستند که موجب بروز عکس‌العمل بخصوصی از طرف گیاه می گردد؛ از جمله رشد غیر طبیعی آن که ممکن است موجب تولید گال و یا غده‌های سرطانی گیاهی شود. تولید گال ممکن است در قسمت‌های مختلف گیاه و به شکل‌های و اندازه‌های متفاوت صورت گیرد ولی هر گونه حشره گالزا روی قسمت مشخصی از گیاه یا گیاهان معینی تولید گال با خصوصیات معین می‌نماید و هر گال ممکن است حاوی یک یا چند حشره گالزا باشد. عامل محرکه تولید گال در جریان تغذیه حشره از گیاه وارد آن می‌شود ولی در بعضی از گونه‌ها دیده شده که حشره ماده در هنگام فرو کردن تخم خود در بافت گیاه عامل محرکه تولید گال را نیز وارد گیاه می‌کند. گال‌های گیاهی ممکن است دارای منفذی به بیرون باشند مثل گال‌های تولید شده به وسیله برخی حشرات. به طور کلی حشراتی که در گیاهان تولید گال می‌کنند اغلب متعلق به راسته‌های دوبالان، بال‌غشائیان، سخت‌بالپوشان و بالپولکداران می‌باشند و سایر گال‌های گیاهی به وسیله کنه‌ها، کرم‌های گرد یا حلقوی و قارچ‌ها تولید می‌شوند.

عده ای از حشرات در مرحله لاروی و پوره ای از قسمت‌هایی از گیاه که در زیر خاک هستند تغذیه می‌کنند. حشراتی که ریشه گیاهان را مورد تغذیه قرار می دهند معمولاً عبارتند از کرم سفید ریشه، کرم‌های مفتولی، بعضی از شپشک‌های آردآلود، پوره‌های زنجره مو، بعضی از شته‌ها و لارو بعضی از دوبالان.

جالب توجه است که عده ای از حشرات از جمله بعضی از مورچه‌ها، موریانه‌ها و چند گونه از سخت‌بالپوشان، خود، غذای گیاهی خودشان را پرورش می‌دهند؛ بدین ترتیب که بعضی از مورچه‌ها تکه‌هایی از برگ بعضی گیاهان را بریده و به لانه خود می‌برند. سپس در آنجا آن تکه‌ها را خرد کرده و هاگ بعضی از قارچ‌ها را روی آن رشد می‌دهند و ضمن نگهداری از آنها، از قارچ رشد کرده تغذیه می‌کنند.

رفتار تغذیه‌ای حشرات گوشتخوار:

حشرات گوشتخوار آن عده از حشرات هستند که از جانوران دیگر تغذیه می‌کنند. البته اکثر آنها معمولاً حشرات دیگر را مورد تغذیه قرار می دهند که حشرات حشره‌خوار نامیده می شوند و نقش مهمی را در کنترل جمعیت آفات کشاورزی بازی می‌کنند. حشرات حشره‌خوار شامل شکارگرها، پارازیت و پارازیتوئیدها می‌باشند.

خصوصیات حشرات شکارگر:

۱- معمولاً از حشرات ضعیف و کوچک تغذیه می‌کنند.

۲- هم حشره بالغ و هم نابالغ به جستجوی طعمه پرداخته و غذای خود را تأمین می‌کنند.

۳- معمولاً حشراتی فعال و با قدرت هستند.

۴- معمولاً جدا از طعمه خود زندگی کرده و فقط موقع تغذیه به جستجوی طعمه می‌پردازند.

شکارگرها در خانواده‌های مختلفی از راسته‌های سخت بال‌پوشان، بالتوری‌ها، بال غشائیان، دوبالان، خرطوم مفصلی‌ها، سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها قرار دارند. اکثر یا تمام افراد خانواده‌های Coccinellidae، Gyrinidae، Silphidae، Canthanidae، Cleridae، Lampyridae، Cicindelidae، Staphylinidae، Histeridae، Dysticidae، Carabidae، Meloidae، Chrysopidae، Nabidae، Anthocoridae، Mantidae، Reduviidea، Miridae و Scelionidae شکارگر هستند. زیر رده عنکبوت‌ها و از زیر رده کنه‌ها نیز خانواده‌های Anystidae، Ascidae و Bdellidae شکارگر می‌باشند. همچنین از این زیر رده، خانواده‌های Stigmaeidae، Tydeidae، Laelapidae، Erythraeidae، Trombidiidae، Cheyletidae و Camerobiidae در تعادل جمعیت کنه‌های زیان‌آور و کنترل بیولوژیک مخصوصاً در مورد گیاهان گلخانه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند.

سنجاقک‌ها و آسیابک‌ها هم در مرحله بلوغ و هم در هنگام پورگی شکارگر هستند، به طوری که پوره‌ها (حشره نابالغ) از انواع حشرات کوچک آبزی تغذیه کرده و حشرات بالغ، پشه‌ها، شب‌پره-های کوچک و بعضی از حشرات دیگر را شکار می‌کنند. عده ای از سخت‌بالپوشان نیز شکارگر هستند که هم در مرحله لاروی و هم در مرحله بلوغ حشرات دیگر را مورد تغذیه قرار می دهند. از این گروه، کفشدوزکها نیز شکارگرهای مهمی هستند که از شته‌ها تغذیه می‌کنند. بیشتر بالتوری‌ها هم شکارگرند، مثل بالتوری سبز که از شته‌ها تغذیه می‌کند. بعضی از گونه های سن‌ها هم در محیط آبی و هم در خشکی شکارگر می‌باشند.

خصوصیات حشرات پارازیت یا انگلی:

۱- پارازیت‌ها معمولاً در روی بدن یا داخل بدن طعمه خود زندگی می‌کنند و این تماس حداقل برای قسمتی از دوره زندگی پارازیت برقرار است.

۲- پارازیت به طور مداوم از میزبان خود تغذیه می‌کند.

۳- حشرات پارازیت معمولاً حشراتی کوچکتر از میزبان خود می‌باشند.

۴- ممکن است بیش از یک حشره پارازیت در بیرون یا داخل یک میزبان وجود داشته باشد.

۵- پارازیت در مرحله بلوغ نقش پیدا کردن میزبان و قرار دادن تخم خود در خارج و یا داخل میزبان را دارد و معمولاً مرحله نابالغ آن است که از میزبان تغذیه کرده و موجب از بین رفتن آن می‌شود.

خصوصیات پارازیتوئیدها:

۱- اندازه پارازیتوییدها اغلب کوچکتر و یا در حدود میزبان خود بوده و فعالیت آنها سبب مرگ میزبان می‌شود.

۲- برای رشد خود در مرحله لاروی و تبدیل شدن به حشره کامل حداکثر به یک میزبان نیاز دارند و در واقع آنها نوع خاصی از شکارگر هستند.

۳- پارازیتوییدها ممکن است از داخل یا خارج بدن میزبان تغذیه کنند.

۴- پارازیتوییدها اغلب به تخم، لارو و حشره کامل میزبان خود حمله کرده و به ندرت شفیره را مورد حمله قرار می‌دهند.

پارازیتوییدها در طبیعت به صور زیر دیده می‌شوند:

۱- پارازیتوییدهای انفرادی

این پارازیتوییدها تمام مراحل رشد و نمو خود را در بدن میزبان خود کامل می‌کنند. در صورتی که چند تخم در میزبان گذاشته شده باشد با ظهور اولین لارو، بقیه تخم‌ها باز نشده و از بین روند. بسیاری از بال غشائیان خانواده‌های Ichneumonidae، Scelionidae و مگس‌های خانواده Tachinidae جزء این گروه به شمار می آیند.

۲- پارازیتوییدهای تجمعی

در این نوع پارازیتیسم، بیش از یک فرد در داخل بدن یک میزبان رشد و نمو پیدا می‌کند و به عبارت دیگر محتویات داخل بدن میزبان صرف رشد و نمو چند میزبان می‌شود؛ نظیر زنبور *Dybrachis boarmiae* که پارازیتوئید لارو کرم سیب است. بعضی از گونه‌های خانواده Braconidae نیز پارازیتوئید تجمعی هستند.

۳- پارازیتوییدهای اولیه

پارازیتوییدهایی هستند که مستقیماً حشرات گیاهخوار را مورد حمله قرار داده و سبب از بین رفتن آنها می‌شوند و بدین ترتیب اجزاء مفید اکوسیستم به شمار می آیند.

۴- هیپرپارازیتوییدها

این پارازیتوییدها به پارازیتوییدهای حشره‌خوار حمله کرده و سبب از بین رفتن آنها می‌شوند. و به عبارت دیگر حشره‌خواران اولیه را مورد حمله قرار می‌دهند. آنها در صورتی که به پارازیتوییدهای اولیه حمله کنند، پارازیتوییدهای ثانویه و چنانچه به پارازیتوییدهای ثانویه حمله کنند، پارازیتوییدهای ثالث نامیده می‌شوند. این حشرات از اجزاء مضر اکوسیستم محسوب می‌شوند، زیرا فعالیت آنها باعث کاهش اثر پارازیتوییدهای اولیه می‌شود.

۵- سوپرپارازیتیسم

در این نوع پارازیتیسم، یک میزبان بیش از یک مرتبه پارازیته می‌شود. به عبارت دیگر میزبانی که قبلاً پارازیته شده، مجدداً پارازیته گردد که این حالت ممکن است توسط همان پارازیتویید و یا افراد همان گونه یا دیگر گونه‌ها صورت گیرد. به شکل اولی خود سوپر پارازیتیسم و به شکل دوم سوپر پارازیتیسم غیر خودی گفته می‌شود. به‌طور کلی بروز سوپرپارازیتیسم ایده آل نیست زیرا اگر ظرفیت تولید مثلی را از بین نبرد، آن را به حداقل کاهش می‌دهد.

همچنین در مواردی نیز ممکن است سوپرپارازیتیسم مفید واقع شود، زیرا از تعداد افراد در نسل بعدی پارازیتویید کاسته شده و از فشار زیاد روی میزبان که سبب تغییر نسبت پارازیتویید به میزبان می‌شود اجتناب می گردد. مزیت بالقوه دیگر سوپرپارازیتیسم خنثی کردن مکانیسم کپسوله کردن توسط میزبان می باشد، زیرا ممکن است میزبان قادر به کپسوله کردن بیش از یک پارازیتویید نباشد.

علل بروز سوپر پارازیتیسم

۱- بی تجربگی حشرات ماده.

۲- ازدحام بیش از حد پارازیتویید.

۳- پایین بودن کیفیت عامل بیولوژیک حاصل از پرورش.

۶- مولتی پارازیتیسم

این حالت هنگامی رخ می‌دهد که بیش از یک گونه پارازیتویید برای یک میزبان در محل حضور دارد. در این صورت در بدن یک میزبان، چند پارازیتویید تخم می‌گذارد که گونه غالب معمولاً سبب مرگ نوزادان گونه غیر غالب می‌شود.

۷- کلپتوپارازیتیسم

شبیه مولتی پارازیتیسم است با این تفاوت که یک پارازیتویید به‌طور فعال میزبانی را که قبلاً پارازیته شده انتخاب می‌کند.

دامنه تغذیه پارازیتوئیدها

پارازیتوئیدها از سه نوع دامنه تغذیه‌ای برخوردارند:

۱- **مونوفاژی**: در این تغذیه، عامل پارازیتویید یک یا چند گونه میزبان خیلی نزدیک را مورد حمله قرار می‌دهد.

۲- **الیگوفاژی**: پارازیتویید از افراد یک خانواده به عنوان میزبان استفاده می‌کند.

۳- **پلی‌فاژی**: عامل بیولوژیک از گونه‌های چند خانواده از یک راسته به عنوان میزبان استفاده می‌کند.

از نظر مرحله زیستی میزبان، پارازیتوییدها را می‌توان به پارازیتوییدهای تخم، پارازیتوییدهای لارو، پارازیتوییدهای شفیره و پارازیتوییدهای حشره بالغ تقسیم نمود. بال‌غشائیان خانواده‌های Scelionidae و Trichogrammatidae از تخم حشرات گیاهخوار به‌ویژه بالپولکداران و سن‌ها تغذیه می‌کنند. پارازیتویید لارو نظیر حشرات خانواده Braconidae و پارازیتویید بالغ نظیر مگس‌های خانواده Tachinidae می‌باشد.

حشرات ساپروفاژ:

این حشرات از گیاهان مرده یا پوسیده و مواد حیوانی مثل لاشه آن‌ها، کود، خاک‌برگ، تنه مرده درختان و غیره تغذیه می‌کنند. این‌گونه مواد می‌توانند جمعیت‌های زیادی از این حشرات را از نظر تغذیه تأمین کنند. تمام حشراتی که در این‌گونه مواد یافت می‌شوند ساپروفاژ نیستند چون ممکن است بعضی از آنها در این مواد موجودات ریز ذره‌بینی یا حشرات دیگر را مورد تغذیه قرار می دهند. مهمترین حشرات لاشه‌خوار، سوسک لاشه‌خوار، سوسک پوست و چرم و لارو بعضی از دوبالان هستند.

طبقه بندی حشرات از نظر رژیم غذایی به ۳ گروه گیاه‌خوار، گوشتخوار و ساپروفاژ به خاطر فهم بهتر مطالب مفید است ولی باید توجه داشت که ممکن است تمام حشرات به یکی از گروه‌های ذکر شده متعلق نباشد. در این میان حشرات زیادی وجود دارند که همه‌چیزخوار هستند و ممکن است از گیاهان و حیوانات زنده و مرده تغذیه کنند.

رفتار دفاعی حشرات:

تمام گونه‌های حیوانات ممکن است در معرض حمله و آسیب دشمنان خود قرار گیرند، لذا جهت ادامه حیوانات مجبورند راه‌هایی برای مقابله در برابر این حملات داشته باشند. حشرات از این قاعده کلی مستثنا نیستند و راه‌های متنوعی برای دفاع از خود دارند؛ برخی شکل ظاهری یا شکل و محل زندگی خود را تغییر داده، بعضی اقدام به فرار می‌کنند، گروهی به مهاجم خود حمله می‌کنند و بالاخره گروهی ممکن است مواد شیمیایی بخصوصی را از خود ترشح کنند که موجب دور شدن دشمن شود. بیشتر حشرات در مواقعی که به وسیله دشمن ترسیده و یا مورد حمله قرار می‌گیرند اقدام به فرار می‌کنند. گروه دیگری از حشرات در چنین مواقعی خود را به حالت مردگی می‌زنند و بدین طریق مهاجم خود را فریب می‌دهند. حشرات زیادی در مکان‌های محفوظی زندگی می‌کنند که دشمنان به سختی به آنها حمله می‌کنند، به عنوان مثال، عده‌ای به داخل بافت گیاهان یا حیوانات نفوذ کرده و یا در زیر صخره‌ها و سنگ‌ها یا در داخل خاک مخفی می‌شوند. عده‌ای دیگر برای خود با مواد مختلف لانه یا پوشش‌های حفاظتی می‌سازند که در مواقع خطر در آنها مخفی شده و سرانجام نیز در همان جا تبدیل به شفیره می‌شوند. چنین راه‌های دفاعی معمولاً در مقابل شکارگرها بیشتر از پارازیت‌ها مفید واقع می‌شود، چون اغلب پارازیت‌ها دارای تخم‌ریز درازی هستند که حتی اگر این میزبان در زیر پوست درختان یا داخل چوب مخفی شده باشد می‌توانند آن را به راحتی به بدن میزبان فرو کنند. عده دیگری در قسمت‌های دیگر گیاهان مثل لابلای برگ‌ها به وسیله لوله کردن آن‌ها مخفی می‌شوند. زنبورها، مورچه‌ها و موریانه‌ها دارای لانه‌های اجتماعی مجهزی در مکان‌های مختلف هستند که اغلب سبب محافظت آنها نیز می‌شود.

هم‌رنگی و هم‌شکلی حشرات با محیط زیست آن‌ها:

بعضی از حشرات آن‌قدر رنگارنگ هستند که می‌توانند در طبیعت خود را به خوبی از چشم دشمنان طبیعی خود و حتی انسان مخفی کنند. مثلاً بسیاری از ملخ‌ها به رنگ خاک و زمین ، بعضی از شب‌پره‌ها به رنگ پوست درختان، بعضی از سوسک‌ها، سن‌ها، دوبالان و زنبورها اغلب به رنگ

گل‌هایی که از آن‌ها تغذیه می‌کنند درمی آیند. از طرف دیگر حشرات زیادی هستند که چه از نظر رنگ و چه از نظر شکل همانند اشیایی که در محیط زیست آن‌ها است می شوند. مثلاً چوبک‌مانندها به شکل و رنگ شاخه‌ها درمی‌آیند و موقعی که بی‌حرکت هستند به سختی می‌توان آن‌ها را پیدا کرد. همچنین بعضی از پروانه‌ها هم‌شکل برگ‌ها شده، بعضی از سخت‌بالپوش‌ها به شکل و رنگ تکه‌هایی از پوست درختان و بالاخره لارو بعضی از پروانه‌ها به شکل فضولات پرندگان درمی‌آیند. این‌گونه تغییر رنگ و شکل‌ها اساساً به منظور دفاع در مقابل دشمنان طبیعی حشرات بوده و از نظر ادامه حیات آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

تقلید در حشرات (Mimicry):

تقلید به وسیله یک حشره عبارت است از تغییر یافتن یک حشره بی دفاع در مقابل دشمنان طبیعی به شکل و رنگ حشره دیگری که در مقابل همان دشمنان طبیعی دارای وسایل دفاعی است. این‌گونه تقلید را که فایده آن یک‌جانبه است تقلید یک‌طرفه (Batesian Mimicry) گویند. ولی ممکن است تقلید دوجانبه یا دوطرفه نیز باشد (Mullerian Mimicry) که در این حالت دو یا چند گونه حشره که هر یک دارای مقدار محدودی وسایل دفاعی هستند به هم شبیه می‌شوند و بدین ترتیب خود را از چشم و آسیب دشمنان طبیعی محفوظ می‌دارند.

مثال‌هایی از تقلید یک‌طرفه عبارتند از بعضی از پروانه‌های خانواده Sphingidae، دوبالان خانواده‌های Asilidae و Syrphidae که خود را به شکل و رنگ زنبورهای مخملی (Bumble Bees) درمی‌آورند.

دفاع در مقابل دشمنان طبیعی به وسیله ترشح مواد شیمیایی:

بعضی از حشرات از خود مواد شیمیایی بخصوصی ترشح می‌کنند که مطلوب دشمنان آن‌ها نبوده و یا موجب دوری آن‌ها می‌شود. همچنین ممکن است که حشره برای دفاع از خود مواد سمی را به داخل بدن دشمن خود تزریق کند. چنین حشرات سمی معمولاً رنگارنگ بوده و به خوبی قابل تشخیص هستند. برخی از حشرات در موقع حمله دشمن از بدن خود ماده بدمزه‌ای ترشح می‌کنند و بدین جهت به ندرت مورد حمله شکارگرها قرار می‌گیرند. مثل کفشدوزک‌ها. در سن‌ها نیز ماده ترشح شده از بدن، بدبو می باشد. بعضی از مورچه‌ها هم یک ماده سوزش و خارش‌آور که معمولاً اسید فرمیک است از مقعد خود ترشح می‌کنند. به طور کلی بیشتر این مواد شیمیایی نقش دورکننده دشمن را دارند گرچه بعضی از آن‌ها ممکن است کمی سمی باشند. علاوه بر مواد شیمیایی دورکننده،

مواد پُرقدرت‌تری از نظر دفاع نیز به وسیله حشرات ترشح می گردد. آن‌ها مواد سمی هستند که در گروهی از حشرات وجود داشته و ممکن است باعث کشته یا مجروح شدن دشمن شوند. حشرات تولید کننده ممکن است این سموم را به وسیله موهای سمی، یا از طریق آرواره‌های خود با گاز گرفتن، و یا به وسیله نیش زدن وارد بدن دشمن خود کنند. تأثیر این سموم روی انسان بستگی به نوع حشره تولید کننده آن‌ها و همچنین حساسیت افراد مختلف نسبت به آن‌ها دارد، به طوری که بعضی از افراد آنقدر حساس هستند که نیش یک زنبور ممکن است آنها را به حالت وخیمی درآورده و حتی موجب مرگ آن‌ها شود، ولی بسیاری از مردم حساسیت زیادی از خود نشان نداده و اکثراً دارای عکس‌العملهای مشابهی می‌باشند.

لارو بعضی از گونه‌های پروانه‌ها مثل پروانه *Automerisio* sp. دارای موها یا خارهای سمی هستند که موجب ناراحتی پوست انسان می‌شوند مثل عده زیادی از حشرات در موقع دفاع از خود، دشمن را به وسیله قطعات دهانی نیش می‌زنند که این عمل مکانیکی آرواره‌ها ممکن است همراه با مواد شیمیایی (معمولاً مواد بزاقی) باشد یا نباشد ولی به هر حال باعث ناراحتی موضع نیش زده می‌گردد؛ مثل بعضی از مورچه‌ها و سخت‌بالپوشان. نیش‌زدن حشرات مکنده مثل پشه‌ها و ساس که توسط قطعات دهانی آن‌ها انجام می‌شود ممکن است در همان لحظه دردناک نباشد ولی معمولاً برای مدتی موجب سوزش و خارش آن محل می‌شود. برعکس، بعضی از سن‌ها در موقع نیش زدن موجب درد شدید آن ناحیه می گردند. بالاخره حشراتی که از آلت تخمریز خود برای نیش زدن به عنوان عامل دفاعی استفاده می‌کنند اغلب موفق‌تر از سایر حشرات می‌باشند، زیرا دارای ماده سمی قوی بوده که موجب ناراحتی شدید و گاهی مرگ دشمن می‌شوند. این حشرات از راسته بال‌غشاییان بوده و اهم آن‌ها عبارتند از زنبورها و بعضی از مورچه‌ها. لازم به ذکر است که نیش حشرات آلت تخمریز آن‌ها است که در قاعده به غدد سمی و کیسه سمی ارتباط دارد؛ بنابراین فقط حشرات ماده زنبورها قادر به نیش زدن می‌باشند.

تولید صدا به وسیله حشرات و نقش آن در زندگی آن‌ها:

صدا نقش مهمی را در رفتار بیشتر حشرات بازی می‌کند. بسیاری از حشرات به وسیله آلات و ساختمان‌های بخصوصی از خود تولید صدا می‌کنند ولی انسان تنها با صدای معدودی از آنها مثل سیرسیرک‌ها، ملخ‌ها و زنجره مو آشناست. چون متأسفانه گوش انسان قادر به شنیدن صدای بیشتر حشرات نبوده و نمی‌تواند آنچه را که می‌شنود به خوبی توصیف نماید، زیرا افراد مختلف قدرت

شنوایی متفاوت داشته و آن صداها را به صور مختلف توصیف می‌نمایند. خوشبختانه با اختراع ضبط صوت‌ها و دستگاه‌های تجزیه صوت حساس این مشکل تا حدودی مرتفع و راه برای مطالعات دقیق‌تر باز شده است. با استفاده از ضبط صوت می‌توانیم صدای حشرات را ضبط کرده و مورد مطالعه قرار دهیم یا مجدداً آن را پخش کرده و عکس‌العمل حشرات را در مقابل آن مطالعه کنیم. همچنین با دستگاه‌های تجزیه کننده صدا می‌توانیم به مطالعه خصوصیات صدای تولید شده به وسیله یک حشره (مثل فرکانس، دوره‌ای بودن آن و غیره) بپردازیم. به وسیله دستگاه ترسیم کننده صدا (Sound Spectrograph) می‌توانیم خصوصیات هر صدا را با چشم مورد مطالعه قرار دهیم.

مکانیسم تولید صدا به وسیله حشرات:

حشرات به راه‌های مختلف تولید صدا می‌کنند:

۱- به وسیله به هم مالیدن دو عضو یا اندام مختلف مثل بال‌ها و پاها به همدیگر و یا به قسمت دیگری از بدن. مثل سیرسیرک‌ها، ملخ‌ها و بعضی از سخت‌بالپوشان.

۲- به وسیله ارتعاش پرده‌های غشایی (Tymbal) که مخصوص تولید صدا هستند؛ مثل زنجره مو.

۳- زدن یا کوبیدن قسمتی از بدن به محلی که روی آن قرار گرفته‌اند؛ مثل بعضی از سخت بالپوشان.

۴- خارج کردن هوا یا آب با فشار زیاد از بعضی از سوراخ‌های بدن؛ مثل بعضی از سخت بالپوشان.

۵- با ارتعاش بال‌ها و بعضی از قسمت‌های دیگر بدن؛ مثل زنبورها.

۶- با راه رفتن و تغذیه کردن؛ مثل بیشتر حشرات.

بیشتر این‌گونه صداهای تولید شده دارای معانی و مفهوم بوده و نقش مکالمه‌ای دارند و معمولاً برای نزدیک کردن دو جنس مخالف (نر و ماده)، دفاع و مبادله اطلاعات دیگر مورد استفاده قرار می گیرند.

تولید نور در حشرات:

حشراتی که از خود نور تولید می کنند خیلی معدود بوده و مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از بعضی از گونه‌های پادمان (Collembola)، دوبالان (Diptera) و سخت‌بالپوشان (Coleoptera). از بین

گونه‌های حشراتی که تولید نور می‌کنند سخت‌بالپوشان خانواده Lampyridae بیشتر از بقیه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

بعضی از پادمان قادرند از خود نور تولید کنند که تشعشع نور ممکن است برای مدتی مداوم بوده و یا به صورت دوره ای باشد (هر ۵ تا ۱۰ ثانیه تشعشع).

لارو بعضی از دوبالان نیز نورزا هستند. آن‌ها معمولاً در غارها زندگی می‌کنند و در آن‌جا از خود دام‌های تار عنکبوتی درست کرده و با تولید نور باعث جلب حشرات ریز می شوند و بدین ترتیب آن‌ها را به دام انداخته و مورد تغذیه قرار می‌دهند. عضو تولید نور در این حشرات بسته به گونه آن‌ها متفاوت بوده و ممکن است از قسمت جلو یا انتهای شکم، یا از قسمت انتهایی لوله‌های دفعی و غیره تولید شود.

از گروه سخت‌بالپوشان گونه هایی از خانواده های Elateridae ،Phengodidae و Lampyridae تولید نور می‌کنند. عضو نورزا در این حشرات نیز متفاوت است، به طوری که در بعضی از آن‌ها در قسمت‌های کناری پیش قفس‌سینه و در بعضی دیگر در زیر جلد انتهای ناحیه شکمی (Lampyridae) قرار دارد.

مکانیسم تولید نور در بیشتر این حشرات مشخص نیست، ولی در سخت‌بالپوشان Lampyridae که بیشتر مورد مطالعه واقع شده اند عضو تولید نور از یک لایه سلول‌های نورزا (Photocytes) درست شده که در زیر آن لایه دیگری از سلول‌های منعکس کننده نور وجود دارد. این اعضا دارای رشته‌های زیادی از تراشه‌ها یا لوله‌های تنفسی هستند که با رشته‌های عصبی در ارتباط می‌باشند. نور از اکسید شدن ماده‌ای به نام لوسیفرین (Luciferin) در حضور آنزیم لوسیفریناز (Luciferinase)، اکسیژن، ATP و یون‌های منیزیوم حاصل می‌شود که در این دسته از حشرات نقش مکالماتی داشته و معمولاً برای نزدیک شدن دو جنس نر و ماده به کار برده می‌شود. هر گونه از این خانواده، نوری را با خصوصیات معین (فرکانس تولید، شدت نور موقع تولید و غیره) تولید می‌کند که فقط اعضای همان گونه قادر به تشخیص آن هستند. هر دو حشره نر و ماده قادر به تولید نور بوده و نسبت به یکدیگر عکس‌العمل نشان می‌دهند.

رفتار حشرات گروهی یا اجتماعی (Gregarious and Social Behavior):

گونه های زیادی از حشرات هستند که به صورت گروهی یا اجتماعی زندگی می‌کنند ولی عللی که باعث این تجمعات می‌شوند در گونه‌های مختلف متفاوت می باشد.

۱- زندگی گروهی:

در این گونه زندگی، عده‌ای از حشرات به دلایل مختلف گرد هم جمع شده و به فعالیت‌های دسته‌جمعی می‌پردازند ولی این‌گونه زندگی عاری از روابط اجتماعی بین افراد است. تجمع بعضی از حشرات ممکن است به خاطر عکس‌العمل مثبت آن‌ها نسبت به یک یا چند عامل مشابه باشد. مثل حشراتی که به منبع نوری بخصوص یا به حیوان مرده جلب می شوند. گروهی دیگر ممکن است به دلیل همزمان به دنیا آمدن در یک مکان دارای عکس‌العمل مشابهی نسبت به مواد غذایی و سایر فاکتورهای آن باشند و بدین علت بیشتر عمر خود را گرد هم زندگی کنند؛ مثلاً لارو پروانه‌هایی که از یک توده تخم به دنیا آمده‌اند. بالاخره تجمع بعضی از حشرات ممکن است به دلیل استفاده از اماکن یکسان برای زمستان‌گذرانی و یا رهایی از مکان‌های نامناسب باشد؛ مثل توده‌های کفشدوزک-ها، سن‌ها و ملخ‌ها.

۲- حشرات اجتماعی:

عده ای از حشرات مثل مورچه‌ها، موریانه‌ها و بعضی از زنبورها به صورت گروه‌های تکامل یافته زندگی می‌کنند که بین افراد آن‌ها روابط اجتماعی معینی حکم‌فرما است. زندگی این گونه گروه‌های تکامل یافته را زندگی اجتماعی می گویند. عمده‌ترین خصوصیات زندگی اجتماعی حشرات عبارتند از:

۱- زندگی اجتماعی آن‌ها بر اساس روابط خانوادگی پایه‌گذاری شده است.

۲- چندشکلی یا پلی‌مورفیسم بین افراد حشرات اجتماعی دیده می‌شود.

۳- فعالیت‌های افراد مختلف هماهنگ بوده و تقسیم کار مشاهده می‌شود.

۴- مکالمات و ارتباطات بین جوامع حشرات تکامل بیشتری یافته است.

۵- مواد غذایی و مواد مترشحه خود را بین یکدیگر رد و بدل می‌کنند (Tropholaxis).

۶- افراد یک گونه حشره اجتماعی قادر به تشخیص افراد خودی و افراد بیگانه هستند.

۷- نوزادان توسط گروهی از بالغین مواظبت شده و غذا داده می‌شوند.

فصل چهارم

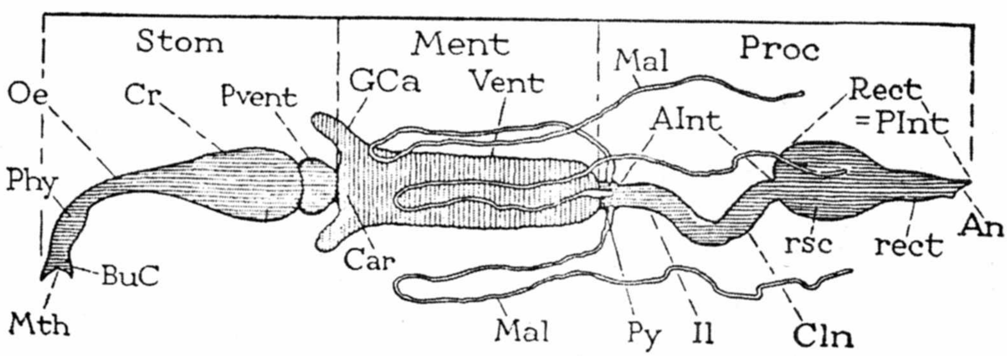
ساختمان داخلی حشرات

ساختمان داخلی حشرات

دستگاه گوارش در حشرات

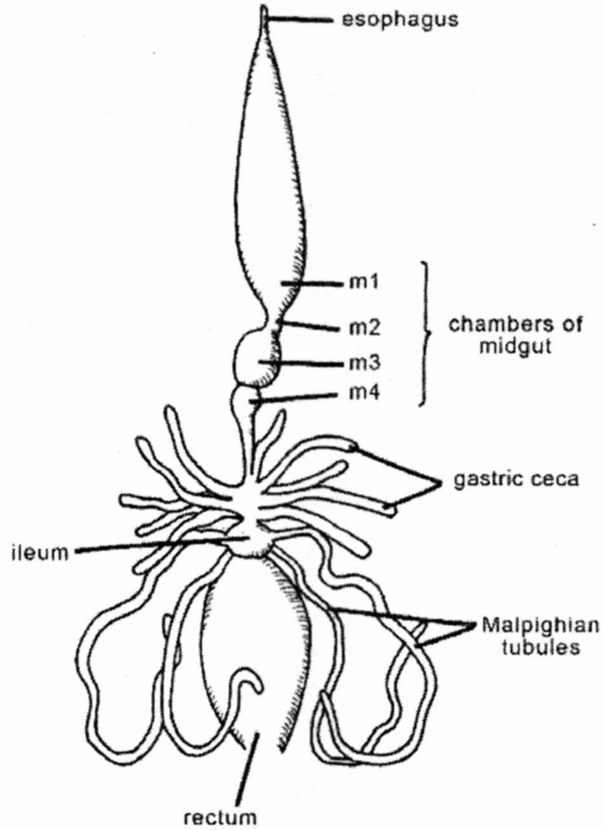
در حشرات دستگاه گوارش به شکل لوله طویلی است که از دهان شروع شده و در طول بدن امتداد می یابد و به مخرج منتهی می‌شود. ساختمان لوله گوارش متناسب با نوع رژیم غذایی حشرات متفاوت بوده، اما به طور کلی از سه قسمت اصلی به نام‌های بخش جلویی لوله گوارش، قسمت میانی یا معده و قسمت عقبی تشکیل شده است. قسمت جلویی و عقبی لوله گوارش مبداء آکتودرمی داشته و در سطح داخلی دارای پوشش کیتینی می باشند، ولی قسمت میانی دارای مبداء آندودرمی است و قسمت اساسی هضم و جذب غذا در این قسمت انجام می‌شود. قسمت جلویی بیشتر به منظور ذخیره غذا بکار می‌رود و اغلب شامل حلق (گلو)، مری، چینه دان و پیش‌معده می‌باشد. پیش‌معده به صورت کیسه کوچکی است که در انتهای قسمت جلویی لوله گوارش قرار دارد و به وسیله یک دریچه مخصوص به قسمت میانی لوله گوارش متصل می‌باشد. نوع کیتینی که در کوتیکول معده وجود دارد با کیتینی که در پوست وجود دارد فرق می کند. پس هم معده اول و هم معده سوم باید غیر قابل نفوذ (Impermeable) باشند. تفاوت معده سوم با معده اول در این است که علیرغم اینکه معده سوم هم دارای پوشش کوتیکولی است، اما نسبت به معده اول قابل نفوذتر

می باشد. سطح داخلی پیش‌معده ممکن است دارای خارهای کیتینی باشد. در قسمت اول لوله گوارش فقط عمل مکانیکی و خُرد کردن غذا صورت می‌گیرد. در این قسمت آنزیم‌های گوارشی ترشح نمی‌شود و مقدار جذب بسیار ناچیز است. در بعضی حشرات غدد بزاقی دارای آنزیم بوده و عمل هضم در دهان صورت می‌گیرد. معده قسمت اصلی ترشح دیاستازها و هضم و جذب مواد غذایی می باشد که ممکن است دارای لوله‌های کور جهت وسیع کردن سطح جذب باشد. قسمت عقبی دستگاه گوارش از دریچه عقبی قسمت میانی (معده) شروع شده و به مخرج منتهی می‌شود و شامل دو بخش جداگانه می‌باشد: (١) روده جلویی ممکن است به صورت یک لوله ساده بوده و یا خود به دو قسمت روده باریک و روده بزرگ تقسیم شود. در محل اتصال روده جلویی به معده تعدادی لوله دفعی به نام لوله مالپیگی وجود دارند. (٢) روده عقبی یا رکتوم: این بخش قسمت انتهایی لوله گوارش بوده که معمولاً به صورت یک کیسه پهن و منبسط است و به صورت مخرج، لوله گوارش را با خارج ارتباط می‌دهد.

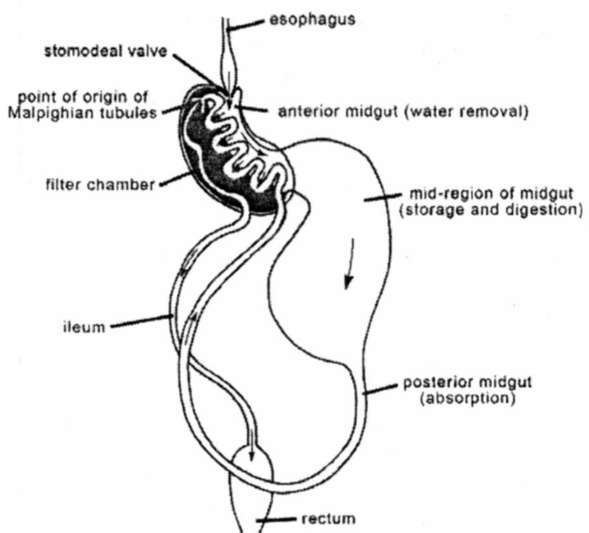


شکل۴-١: ساختمان لوله گوارشی در حشرات

Stom (بخش پیشین)، Ment (بخش میانی)، Proc (بخش عقبی)، Buc (دهان)، Phy (گلو)، Oe (مری)، Cr (ژابو یا چینه دان)، Pvent (پیش معده)، Gca (لوله های کور)، Car (دهانه معده)، ALnt (روده جلویی)، Plnt (روده عقبی)، An (مخرج)، rsc (کیسه رکتوم)، rect (رکتوم یا روده راست)، Mal (لوله های مالپیگی)، il (روده باریک)، Py (پیلوروس)، Cln (روده جلویی)



شکل۴-۲: کانال غذایی در نوعی سن (*Blissus leucopterus*)



شکل۴-۳: کانال غذایی در نوعی زنجره

دستگاه دفع در حشرات

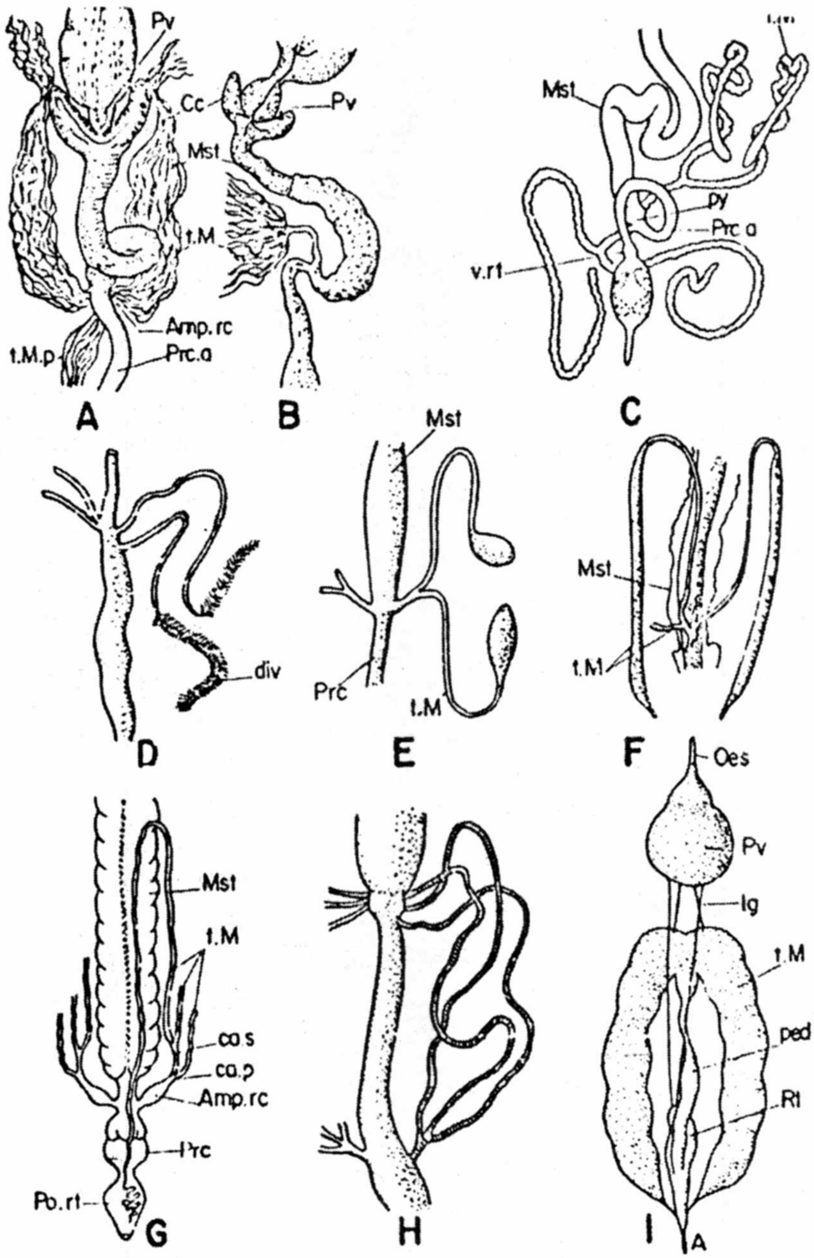
بطور کلی دستگاه دفعی در حشرات شامل یک سری لوله‌های دفعی به نام لوله‌های مالپیگی است که در محل اتصال قسمت میانی و عقبی لوله گوارش قرار دارد. این لوله‌ها در گونه‌های مختلف حشرات متفاوت بوده و بین یک تا بیش از یکصد عدد متغیر می‌باشد (البته شته ها و پا دمان فاقد لوله های مالپیگی اند) و انتهای آزاد آن‌ها مسدود می‌باشد. مواد زائد به وسیله این لوله‌ها از خون گرفته شده و از طریق روده و مخرج به خارج رانده می‌شوند. علاوه بر این، راست روده نیز عضو بعدی اندام دفعی حشرات را تشکیل می دهد.

لوله‌های مالپیگی مانند بخش عقبی لوله گوارش دارای مبدأ اکتودرمی بوده و از ساختمان سلولی مختلف و متنوعی ساخته شده اند. دستگاه دفع مالپیگی در سلسله حیوانی مخصوص حشرات و هزارپایان بوده و تعداد آنها در گروه‌های مختلف رده حشرات متفاوت می باشد. طول لوله‌های مالپیگی رابطه عکس با تعداد آنها دارد. در حشرات ادرار (Excreta) به وسیله لوله‌های مالپیگی از خون گرفته شده و به طور مخلوط با مدفوع یا فضولات (Excrements) که عبارت از بقایای مواد غذایی و بعد از جذب می باشد، از طریق مخرج از بدن خارج می‌شود.

فرآیند دفع در حشرات یک فرآیند دو مرحله ای است، بدین صورت که مقدار زیادی مایع همراه با مواد دفعی از لوله های مالپیگی وارد لومن لوله های مالپیگی شده و تبدیل به ادرار می گردد. این ادرار در رکتوم دوباره جذب می شود، وگرنه تمام آب بدن حشره از بین می رود. مواد مورد نیاز بدن حشره در ادرار اولیه در داخل راست روده دوباره جذب شده و ادرار ثانویه تشکیل می گردد که از بدن دفع می شود.

لوله های مالپیگی اولین بار در سال ۱۶۶۹ توسط مارسل مالپیگی که کرم ابریشم را مورد مطالعه قرار داده بود کشف شد. لوله های مالپیگی به طور آزاد در حفره عمومی بدن پراکنده هستند و به وسیله ماهیچه های طولی که به آنها متصل است قابل حرکت در حفره عمومی می باشند. این حرکت لوله های مالپیگی باعث افزایش تماس بین لوله و همولنف می شود.

در حشراتی که از مواد خشک تغذیه می کنند و به آب بیشتری نیاز دارند، قسمت انتهایی لوله مالپیگی چسبیده به رکتوم است که این نحوه قرارگیری را .Cryptonephridial Sys می گویند.

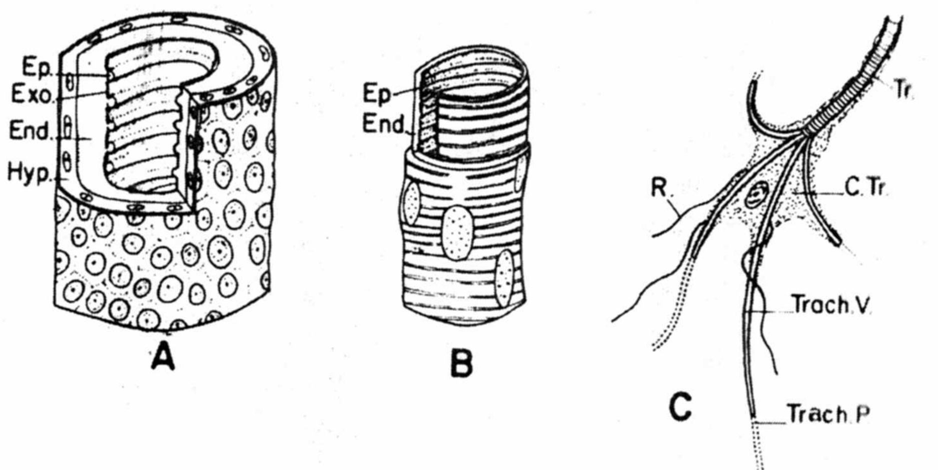


شکل۴-۴: چند نمونه از لوله های مالپیگی در حشرات

A: لوله های مالپیگی در سه دسته گروهی دیده می شوند. B: همه لوله ها به یک لوله عمومی ختم می شوند. C: لوله های مالپیگی به صورت جفت به روده وصل می شوند. D: اتصال لوله های مالپیگی به روده به صورت انفرادی و در انتها دارای انشعاباتی می باشند. E: اتصال لوله های مالپیگی به صورت یک جفتی و انتهای آنها متورم می باشد. F: چهار لوله مالپیگی دو به دو به یک کانال اصلی وصل می شوند. G: لوله های مالپیگی در لارو پروانه ها. H: لوله های مالپیگی پس از بهم پیوستن، بوسیله لوله واحدی به زیر دیواره رکتوم نفوذ می کنند. I: یک جفت لوله مالپیگی متورم که در انتها به وسیله رشته باریکی به رکتوم وصل می شوند.

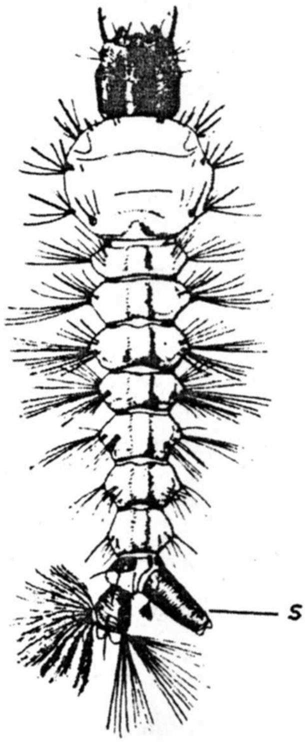
دستگاه تنفس در حشرات

در حشرات سیستم تنفس تراشه‌ای است که از تعداد زیادی لوله‌های حامل که به وسیله استیگمات‌ها با محیط خارج ارتباط دارند تشکیل شده است. استیگمات‌ها در طرفین حلقه‌های قفس‌سینه و شکم به خارج باز می‌شوند و تعداد آنها در گروه‌های مختلف حشرات و مراحل رشدی آن‌ها متفاوت است، به طوری که در اکثر حشرات کامل تعداد آنها ۱۰ جفت (۲ جفت در قفس‌سینه و ۸ جفت در شکم) بوده و پیش قفس‌سینه فاقد استیگمات می‌باشد. تراشه‌ها لوله‌های توخالی هستند که داخل آنها مجهز به یک رشته مارپیچی قابل ارتجاع از جنس کوتیکول و موسوم به تنیدیوم است. کانال‌های تراشه‌ای از منافذ تنفسی شروع شده و تدریجاً باریک می‌شوند و انشعابات انتهایی تراشه‌ها را به وجود می‌آورند که اطراف سلول‌های بدن را پوشانده و به این ترتیب تبادل مستقیم گازی را بین سلول‌های بدن و محیط خارج برقرار می‌کنند. سوراخ‌های تنفسی با استیگمات‌ها به اشکال بیضی یا گرد در روی غشاء پهلوئی حلقه‌های قفس‌سینه و شکم قرار دارند و تعداد و طرز کار آن‌ها در گروه‌های مختلف حشرات متفاوت است. در حشراتی که خیلی زیاد پرواز می‌کنند (مانند مگس‌ها و زنبورها) تراشه‌ها در قسمت‌های قفس‌سینه و شکم انبساط پیدا کرده و کیسه‌های عریض و نسبتاً وسیعی به نام کیسه‌های هوایی یا کیسه‌های تراشه‌ای را تشکیل می‌دهند. جدار کیسه‌های تراشه‌ای، غشایی و فاقد رشته‌های مارپیچی یا تنیدیوم می‌باشد.

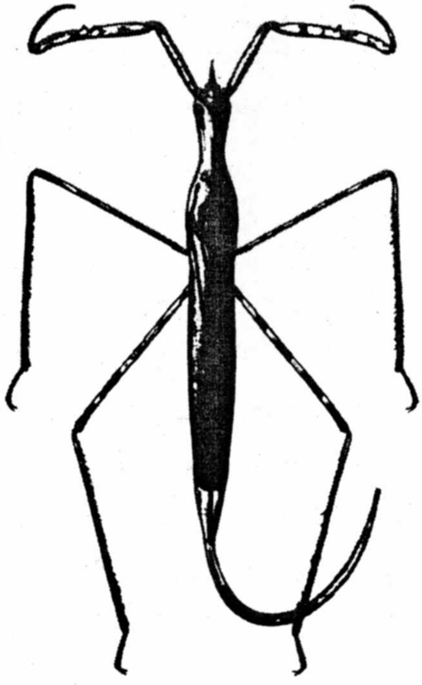


شکل۴-۵: ساختمان لوله تنفسی (تراشه) و چگونگی تشکیل سلول تراکئول

C.Tr (سلول تراکئولی)، End (درون کوتیکول)، Ep (روکوتیکول)، Exo (برون کوتیکول)، Hyp (اپیدرم)، R (انشعاب)، Tr (تراشه)، Trach. P (بخش پر تراشه)، Trach. V (بخش خالی تراشه).



شکل۴-۶: لوله تنفسی لارو پشه *Culicidae* که در انتها حامل تنها روزنه های تنفسی **Metapneustic** می باشد.



شکل۴-۷: سن آبزی *Nepa* که سیفون تنفسی بلند انتهای بدن حامل روزنه های تنفسی فعال می باشد

مکانیسم تنفس در حشرات

وظیفه تراشه، حمل اکسیژن می‌باشد و سهولت جریان هوا در «موی تراشه‌ها» و تبادل گازی بوسیله مایع داخل موی تراشه‌ها صورت می‌گیرد و به این ترتیب اکسیژن به طور مستقیم در پلاسمای اطراف سلول پخش می‌گردد و تبادل هوای داخل تراشه‌ها در دو مرحله دم و بازدم انجام می‌گیرد. در مرحله بازدم، ماهیچه‌های شکم (ماهیچه‌های پشتی ـ شکمی) منقبض شده و در نتیجه حجم شکم کم می شود؛ در نتیجه، فشار داخلی افزایش یافته و به این ترتیب هوای تراشه‌ها تخلیه می‌گردد. در مرحله دم ماهیچه‌های شکم آزاد شده و حجم شکم افزایش می‌یابد و هوا وارد تراشه‌ها می‌شود. در حشرات آبزی تنفس از طریق دستگاه‌های تراشه یا برانشی و یا تراشه ـ برانشی صورت می‌گیرد. تنفس از طریق جلد، ساده‌ترین نوع تنفس در حشرات آبزی است. بعضی از سخت‌بالپوشان آبزی در فواصل معین به سطح آب آمده و هوای کافی در زیر بالپوش‌ها و یا بین موهای سطح بدن خود ذخیره می‌نمایند و هنگام فعالیت در زیر آب از آن استفاده می‌کنند. سن‌های آبزی استیگمات‌های انتهایی خود را که در انتهای لوله طویل قرار دارد، در سطح آب قرار داده و تنفس حشره در زیر آب به طرز مستقیم انجام می‌شود. لارو پشه‌های *Anopheles* و *Culex* در فواصل معین به سطح آب آمده و سیفون تنفسی خود را که در حلقه هشتم شکم قرار دارد از آب بیرون آورده و هوای کافی در تراشه‌های خود ذخیره می‌کنند و سپس داخل آب می‌شوند. دستگاه تنفسی تراشه ـ برانشی به دو شکل رشته‌ها یا صفحات پهن در طرفین حلقه‌های بدن قرار گرفته و محتوی لوله‌های تراشه‌ای می باشد.

مکانیسمهای تهویه در حشرات:

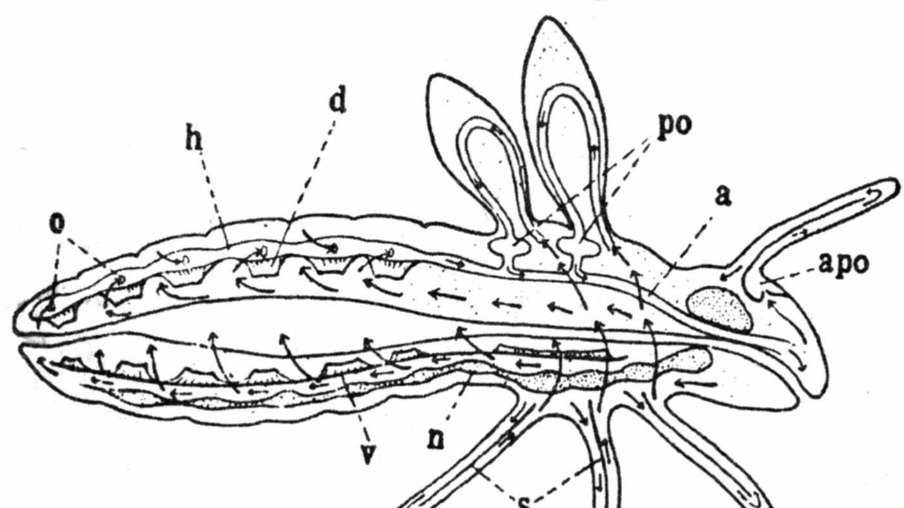
۱- **Draft Ventilation:** در بعضی از سوسکها از جمله سوسکهای خانواده Cerambycidae منافذ تنفسی بدن در قسمت جلوی قفس سینه قرار گرفته و وقتی هوا وارد بدن می شود توسط حرکت بافتهای ماهیچه ای پروازی یا بافتهای ماهیچه ای حرکتی فشرده شده و با سرعت بیشتری به قسمتهای درونی بدن انتشار پیدا می کند. خروج CO_2 از منافذ انتهایی قفس سینه و مقداری هم از منافذ تنفسی انتهایی شکم انجام می گیرد. بنا بر این همواره ورود یکطرفه جریان هوا به داخل بدن را به صورت مشخص می بینیم.

۲- **Thoracic Pumping**: در حشراتی که دارای این سیستم هستند، همچنانکه ماهیچه های قفس سینه در موقع پرواز یا بال زدن، منقبض و منبسط می شوند، کل حجم قفس سینه حشره نیز با بال زدن کم و زیاد شده و این عمل باعث کوچک و بزرگ شدن کیسه های هوایی موجود در قفس سینه همزمان با بال زدن حشره می شود و در نتیجه، تهویه مناسب تر صورت می گیرد.

۳- **Abdominal Pumping**: در این گروه از حشرات انقباض ماهیچه های شکم باعث تسهیل تهویه می شود که خود به دو صورت Dorsoventral Compresion (از طریق دور و نزدیک شدن ماهیچه های پشتی و شکمی) و Longitudinal Telescoping (از طریق تو رفتن تلسکوپی بندهای شکم به داخل هم) انجام می گیرد.

دستگاه گردش خون در حشرات

در حشرات، اکسیژن بدون دخالت خون به وسیله سیستم تراشه‌ای تنفس در اختیار سلول ها قرار می‌گیرد. لذا دستگاه گردش خون ساده و حفره‌ای است و خون تحت فشار قلب در حفره عمومی پخش شده و تمام سلول‌ها و بافت‌ها را فرا می‌گیرد. از این جهت حفره عمومی در حشرات، Hemocoele یا حفره خونی نامیده می‌شود. این حفره به وسیله دو پرده ماهیچه‌ای طولی به سه حفره عمومی پشتی، میانی و شکمی تقسیم می‌گردد. حفره پشتی محتوی رگ پشتی طولی است که قسمت جلوی آن به نام آئورت در ناحیه قفس‌سینه و قسمت عقبی آن در ناحیه شکم و به قلب منتهی می‌شود. آئورت در حشرات بال‌دار مجهز به چند حباب ضربان‌دار به نام قلب‌های فرعی می باشد. قلب از تعدادی خانه یا حفره به نام Ventriculus تشکیل شده و تعداد آنها تقریباً معادل حلقه‌های قفس‌سینه و شکم است. این خانه‌ها گلابی شکل بوده و به طور متوالی قرار گرفته اند و به وسیله منافذی به نام استیول به حفره اطراف قلب مربوط می‌شوند. آئورت و قلب دارای ساختمان ماهیچه‌ای هستند. حفره میانی یا احشائی نسبتاً وسیع بوده و لوله گوارش و غده تناسلی در آن قرار دارند. حفره شکمی محتوی زنجیر عصبی است. دیافراگم شکمی از بافت پیوندی و رشته‌های ماهیچه‌ای ساخته شده و دارای سوراخ‌های متعددی جهت عبور خون می‌باشد.



شکل۴-۸: سیستم گردش خون در حشرات

a (آئورت)، apo (عضو ضرباندار شاخک)، d (دیافراگم پشتی)، po (اعضای ضرباندار میان و پس قفس سینه)، O (Ostia)، S (Septa)، V (دیافراگم شکمی).

مکانیسم گردش خون

عمل قلب دارای دو مرحله دیاستول و سیستول است. در مرحله دیاستول یا مرحله غیر فعال، ماهیچه‌های بالی شکل منقبض شده و حجم حفره پشتی افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، فشار داخلی کم شده و خون از حفره‌های شکمی و میانی وارد حفره پشتی می‌شود و از منافذ استیول داخل خانه‌های قلب می‌گردد. در مرحله سیستول یا مرحله فعال، در نتیجه انبساط ماهیچه‌های بالی شکل منافذ استیول بسته شده و خون از خانه‌ای به خانه جلوتر وارد می‌شود و از طریق آئورت وارد حفره عمومی می‌گردد. خون حشرات در انتقال اکسیژن به سلول‌ها و بافت‌های بدن وظیفه‌ای ندارد ولی از نظر انتقال مواد غذایی و دفع مواد زائد و ادراری دارای اهمیت می‌باشد.

ترکیبات خون

خون در حشرات به رنگ‌های مختلف قرمز، زرد، سبز یا آبی دیده می‌شود و از دو قسمت پلاسما و سلول‌های خون تشکیل یافته است. عمده پلاسمای خون را آب و اسیدهای آمینه تشکیل می‌دهند و سایر ترکیبات آن عبارتند از: مواد گلوسیدی، لیپیدی، هموگلوبین، هموسیانین، املاح مختلف آلی و معدنی، مواد ادراری، مواد سمی نظیر کانتاریدین و هیستامین، آنزیم‌های مختلف، گاز کربنیک و اکسیژن.

سلولهای خون در حشرات بسته به عوامل گوناگون نظیر غذا و رطوبت به تعداد و اشکال مختلف دیده می‌شوند. تعداد سلول‌ها در هر میلیمتر مکعب خون فوق‌العاده متغیر است، به طوری که در سوسری‌های جنس *Periplaneta* بین ۱۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ و در سیرسیرک *Gryllus assimilis* بین ۱۵۰۰۰ تا ۲۷۵۰۰۰ تغییر می‌کند. اهم سلول‌های خون عبارتند از:

۱- سلول‌های انوسیت Oenocytes:

این سلول‌ها اغلب در طرفین حلقه‌های شکم پراکنده هستند و از نظر تغییر جلد، رشد تخمدان‌ها، دفع مواد ادراری و ذخیره چربی و غیره اهمیت دارند.

۲- سلول‌های زنده‌خوار Phagocytes:

اکثر این سلول‌ها خاصیت زنده‌خواری دارند و از باکتری‌ها و پروتوزئرهایی که از طریق لوله گوارش وارد حفره عمومی می‌شوند تغذیه می‌کنند. همچنین بعضی از آن‌ها دارای وظایف دفعی، ترشحی و ذخیره‌ای مواد چربی هستند.

۳- سلول‌های اطراف قلب Pericardial cell:

این سلول‌ها در اطراف قلب وجود دارند و از نظر تصفیه خون دارای اهمیت می‌باشند.

۴- اجسام چربی Fat body:

سلول‌های چند وجهی و به رنگ های سفید، زرد، قرمز و نارنجی هستند و ذخیره مواد چربی، پروئیدها، مواد ادراری و گلیکوژن را به عهده دارند. بعلاوه دارای خاصیت زنده خواری و تولید نور بوده و از نظر دفاع حشره و همچنین جلب جنس مخالف نیز دارای اهمیت می باشد. تولید نور نتیجه اکسیده شدن ماده چربی به نام لوسیفیرین به وسیله دیاستاز لوسیفراز است. اعضاء تولید نور در دو خانواده Lampyridae و Elateride از راسته سخت‌بالپوشان رشد قابل توجه دارند. در کرم شب‌تاب *Lampyris noctiluca* اعضاء تولید نور در زیر مفصل‌های شکم قرار دارند و در جنس *Pyrophorus* در قاعده پیش‌قفس‌سینه متمرکز و متشکل از یک لایه اجسام چربی است که سطح آنها را انشعابات عصبی و موی تراشه‌ها پوشانده و در زیر این لایه بلورهای اگزانتین و املاح اوره قرار دارد که دارای خاصیت انعکاس هستند.

به طور کلی بافت چربی در دو قسمت مهم بدن حشره شامل قسمت های زیر سیستم عصبی سطحی یا زیر کوتیکول (Pripheral Fat body) و بافت چربی احشایی یا مرکزی (Central Fat body) دیده می شود که البته این دو بخش دارای عملکرد و فعالیت متفاوتی هستند. به عنوان مثال، بافت احشایی بیشتر از لحاظ فیزیولوژیکی فعال است، ولی بافت زیر کوتیکولی دارای نقش ذخیره ای می باشد.

چربی ها برای جذب شدن باید به مواد اولیه تبدیل شوند؛ یعنی باید به صورت اسید چربی باشند تا جذب معده گردند. چربی موجود در خون حشره به صورت دی گلیسیرید، در اندام چربی به صورت تری گلیسیرید و در معده به صورت اسید چربی است. حشرات نیز چربی مورد نیاز خود را از دو طریق شامل تغذیه و ساخت اسیدهای چرب از قندها به دست می آورند.

دستگاه تولیدمثل در حشرات

دستگاه تولیدمثل در جنس‌های نر و ماده از دو قسمت تشکیل یافته است: اول اعضاء تناسلی داخلی که مبدأ مزودرمی داشته و محتوی سلول‌های جنسی در مراحل مختلف رشد تا تشکیل گامت‌های نر و ماده و سلول‌های غذایی و غدد ترشحی می باشند. قسمت دوم اعضاء تناسلی خارجی که از پیوست‌های حلقه‌های شکمی هستند و مبدأ آکتودرمی داشته و جهت خروج اسپرماتوزوئید و اوول می‌باشند.

دستگاه تناسلی نر

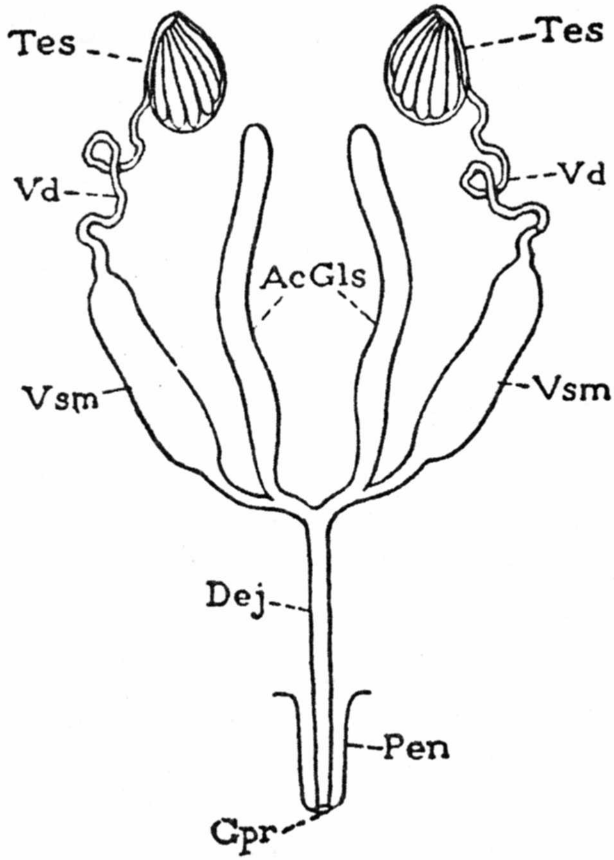
شامل بیضه‌ها، غدد ضمیمه، مجاری تناسلی و آلت جفت‌گیری است. بیضه‌ها به تعداد یک جفت از لوله‌های متعدد به نام لوله‌های اسپرم تشکیل یافته اند که محتوی سلول‌های جنسی در مراحل مختلف رشدی است. در طول لوله‌ها از پایین به بالا قسمت‌های زیر وجود دارند:

۱- ناحیه اسپرماتوگونی که محتوی سلول‌های اسپرماتوگونی و سلول‌های مزودرمی است.

۲- ناحیه اسپرماتوسیت که از تقسیم سلول‌های اسپرماتوگونی حاصل شده و اطراف آنها را غلافی پوشانده و سیست (Cyste) نامیده می‌شود و هر سیست دارای چندین اسپرماتوسیت می‌باشد.

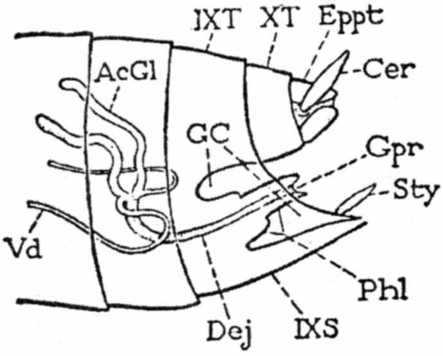
۳- ناحیه رسیدن گامت‌های نر و تقسیم با کاهش کروموزمی که در این قسمت سلول‌های اسپرماتوسیت طی دو تقسیم که دومی توأم با کاهش کروموزمی است، به چهار اسپرماتید n کروموزمی تقسیم می‌شوند.

۴- ناحیه تشکیل اسپرماتوزوئیدها که آخرین مرحله تحول سلول‌های جنسی است. اسپرماتوزوئیدها پس از پاره کردن سیست‌ها داخل مجاری خروجی می‌گردند. یک جفت مجرای خروجی که ساختمان ماهیچه‌ای داشته و قسمت عریض آن کیسه اسپرم است و اسپرماتوزوئیدها در داخل آن ذخیره می‌شوند و یک جفت مجرای خروجی که در انتهای یکی شده و به مجرای اسپرم انداز مربوط می‌شود و در انتها به وسیله سوراخی به نام گونوپور به آلت جفت‌گیری نر منتهی می‌گردد. غدد ضمیمه معمولاً در انتهای مجاری اسپرم‌انداز و یا مجاری خروجی قرار دارند که محتوی ترشحات لزج و چسبیده‌اند بوده و برای ساختن پوشش اسپرماتوزوئید بکار می‌روند. اعضای خارجی دستگاه تناسلی نر شامل آلت جفت‌گیری به نام پنیس و قطعات ضمیمه آن هستند که در حد فاصل حلقه نهم و دهم شکم قرار دارند.



شکل۴-۹: قسمتهای مختلف دستگاه تناسلی نر

غدد ضمیمه (AcGls)، مجرای اسپرم انداز (Dej)، گونوپور (Gpr)، آلت جفتگیری (Pen)، بیضه (Tes)، مجرای خروجی (Vd)، کیسه اسپرم (Vsm)



شکل۴-۱۰: قسمت انتهایی شکم و طرز قرار گرفتن دستگاه تناسلی نر در زیر رده بالداران

غدد ضمیمه (AcGls)، مجرای اسپرم انداز (Dej)، اطاق جنسی (Gc)، گونوپور (Gpr)، فالوس (Phl)، استیلوس (Sty)، دنباله (Cer)، قطعه اپی پروکت (Eppt)، استرنیت (S)، ترژیت (T)، مجرای خروجی (Vd)

دستگاه تناسلی ماده

شامل یک جفت تخمدان، غدد ضمیمه، کیسه ذخیره اسپرماتوزوئید و مجاری تناسلی و گاهی تخمریز است.

تخمدان از تعدادی لوله‌های کوچک استوانه‌ای به نام اواریول تشکیل شده و هر اواریول نیز از قسمت‌های زیر تشکیل یافته است:

۱- رشته انتهایی که هر رشته باریک اواریول را به جدار بدن متصل می‌سازد.

۲- ژرماریوم که شامل سلولهای اُاُگونیا در حال رشد و تقسیم، سلول‌های غذایی تروفوسیت به نام سلول ویتلین و سلول‌های سیتوسیت است.

۳- ویتلاریوم محتوی سلول‌های اُاُسیت و یا گامت‌های کامل به نام اوول می‌باشد.

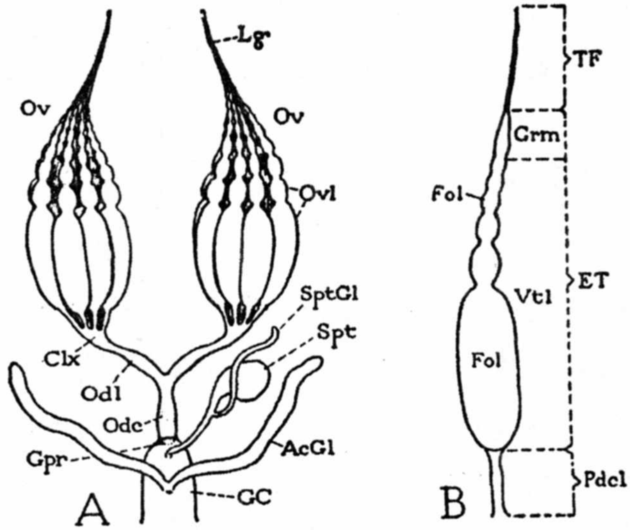
۴- پدیسل به صورت مجرای کوتاهی اواریول را به مجرای تخم متصل می‌کند.

لوله‌های تخم بر حسب وجود یا عدم وجود سلول‌های غذایی و طرز قرار گرفتن آنها دو نوعند:

۱- تیپ پانوئیستیک Panoistic: در این حالت لوله تخم فاقد سلول‌های غذایی است.

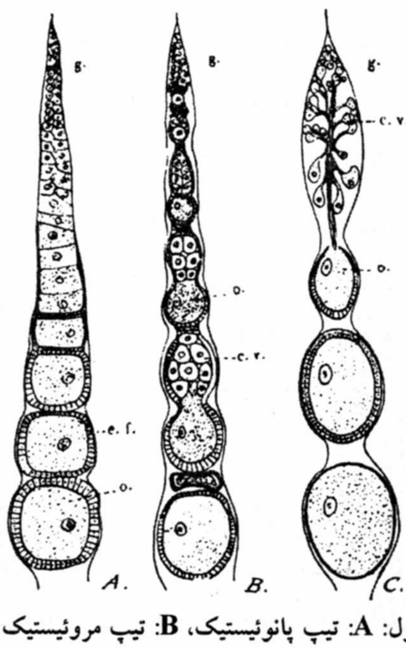
۲- تیپ مروئیستیک Meroistic: در این تیپ لوله‌های تخم محتوی سلول‌های غذایی مشخص بوده و از نظر طرز پراکندگی در طول لوله تخم به دو گروه تقسیم می‌شوند: در نوع پولی‌تروف Polytrophe سلول‌های غذایی و اوول‌ها در طول لوله تخم به طور متناوب قرار دارند ولی در نوع تلوتروف Telotrophe سلول‌های غذایی در انتهای لوله تخم متمرکز می‌باشند.

مجرای تخم هر تخمدان در طول قاعده به یک مجرا ختم می‌شود و ابتدای آن کالیکس نام دارد. دو مجرای تخم در انتها به یک مجرای عمومی تخم منتهی می‌گردند، و در انتها به صورت سوراخ گونوپور در حلقه هشتم یا نهم شکم باز می‌شوند. در حشرات، دو مرحله جفت‌گیری و تخمریزی به فاصله نسبتاً قابل توجهی از هم صورت می‌گیرد. چنانچه زنبور عسل در مدتی محدود جفت‌گیری کرده و سپس ملکه چند سال و به کرات در کندو تخمریزی می‌کند. غدد ضمیمه دستگاه تناسلی ماده معمولاً به تعداد یک جفت بوده و ترشحات آنها برای چسبانیدن تخم‌ها روی تکیه‌گاه و یا تهیه کپسول تخم بکار می‌رود. اعضاء خارجی دستگاه تناسلی ماده شامل آلت تخمریزی می‌باشد که در حشرات مختلف به اشکال و اندازه‌های گوناگون، از رشد پیوست‌های حلقه‌های هشتم و نهم شکم تشکیل شده است. در ملخ‌های شاخک بلند و سیرسیرک‌ها تخمریز خیلی بلند و سخت است، اما در بعضی سن‌ها خیلی کوچک بوده و یا اصلاً وجود ندارد.



شکل۴-۱۱: ساختمان دستگاه تناسلی ماده: A: تخمدان و مجاری تناسلی ماده، B: قسمتهای مختلف یک اورایول

غدد ضمیمه (AcGls)، کالیکس (Clx)، لوله تخم (ET)، فولیکول یا اتاق تخم (Fol)، اطاق جنسی (Gc)، گونوپور (Gpr)، ژرماریوم (Grm)، محل اتصال رشته های انتهایی (Lg)، مجرای عمومی تخم (Odc)، مجرای تخم (Odl)، تخمدان (Ov)، اواریول (Ovl)، پایه اواریول (Pdcl)، کیسه ذخیره اسپرماتوزوئید (Spt)، غده اسپرماتیک (SptGl)، رشته انتهایی (TF)، ویتلاریوم (Vtl)



شکل۴-۱۲: تیپهای سه گانه اوواریول: A: تیپ پانوئیستیک، B: تیپ مروئیستیک پولی تروف، C: تیپ مروئیستیک تلوتروف

ژرماریوم (g)، سلولهای غذایی (C.v)، اوول (O)، جدار فولیکول (e.f.)

دستگاه عصبی

دستگاه عصبی در حشرات به صورت دو زنجیر عصبی در قسمت شکمی بدن قرار دارد. مراکز اصلی عصبی شامل سه قسمت می باشد: دستگاه عصبی مرکزی، درونی یا احشائی، وسطی یا جلدی.

۱- دستگاه عصبی مرکزی Central Nervous system:

زنجیر عصبی که از عصب‌ها و عقده‌های عصبی تشکیل یافته است در ناحیه سر، مغز (Brain) را تشکیل می‌دهد که به وسیله یک جفت رشته عصبی به نام گردنبند دور مری Circumoesophageal connectives به عقده زیر مری Suboesophageal ganglion متصل می‌گردد. زنجیر عصبی در ناحیه قفس‌سینه شامل سه جفت عقده عصبی است. معمولاً عقده پیش قفس‌سینه‌ای مشخص بوده، ولی عقده‌های میان و پس قفس‌سینه به یکدیگر اتصال یافته‌اند. عقده‌های عصبی به وسیله یک رشته عرضی به نام پیوند (Commissure) و یک رشته طولی به نام طناب (Cord) به یکدیگر متصل می‌باشند.

مغز از سه قسمت زیر تشکیل یافته است:

(۱) مغز جلویی یا مغز اول Protocerebron: بزرگ‌ترین قسمت مغز می‌باشد و اعمال حسی چشم‌های ساده و مرکب را انجام می‌دهد. سلول‌های عصبی ترشحی قسمت داخلی مغز، از نظر رشدی و تغییر جلد اهمیت دارند.

(۲) مغز میانی یا مغز دوم Deutocerebron: مرکز عصبی شاخک‌ها می‌باشد.

(۳) مغز عقبی یا مغز سوم Tritocerebron: رشته‌های عصبی را به پیشانی، لب بالا و قسمت جلوی لوله گوارش می‌فرستد.

هر سلول عصبی یا نرون دارای یک جسم سلولی یا نروسیت، آکسون و انشعابات متعدد باریک به نام دندریت می‌باشد. نوروسیت‌های یک قطبی دارای یک آکسون و نوروسیت‌های دو قطبی و چند قطبی دارای دو یا چند آکسون هستند. سلول‌های عصبی حساس معمولاً دو یا چند قطبی بوده و نوروسیت آنها در سطح یا نزدیک به سطح بدن قرار دارد و دندریت‌ها در سطح بدن و داخل غده‌ها و ماهیچه‌ها امتداد دارند. سلول‌های عصبی محرک معمولاً یک قطبی و نوروسیت‌ها در مراکز عصبی و آکسون آن‌ها در سطح جلد امتداد دارد. هر عقده عصبی از یک توده متراکم رشته‌های عصبی به نام بافت نخاعی یا نروپیل در داخل و یک پرده به نام Epineural membrane تشکیل شده و دارای

نوروسیت‌ها و آکسون‌های سلول‌های محرک، انشعابات انتهایی سلول‌های حساس در قسمت داخلی و انشعابات تراشه‌ای و سلول‌های پوششی در قسمت سطحی است.

عصب از آکسون‌های محرک یا حساس و یا هر دو نوع تشکیل یافته است. عصب‌های مغز شامل: (۱) عصب چشم‌های ساده میانی، (۲) عصب چشم‌های مرکب و چشم‌های ساده جانبی، (۳) عصب عقده پشت سر که رابط بین عقده پشت سر و قسمت عقبی مغز است، (٤) عصب شاخکی، (٥) عصب جلدی، (٦) عصب جانبی که انشعابات آن به دهان و عقده پشت سر اتصال دارد، (۷) عصب لب و پیشانی و (۸) عصب زیر گلویی که اعمال عصبی ماهیچه‌های منبسط‌کننده بخش جلویی لوله گوارش را انجام می‌دهد می باشند.

۲- دستگاه عصبی درونی یا احشائی Ventral Nervous system:

این دستگاه به نام سیستم سمپاتیک از سه قسمت زیر تشکیل شده است:

(۱) دستگاه عصبی بخش جلویی لوله گوارش یا سیستم استوموگاستریک که شامل سلول‌های حساس و محرک، عقده زیر مغزی یا عقده پشت سر، عقده پیشانی و عصب های متعدد می‌باشد. این قسمت، عصب‌های متعددی را به بخش جلویی لوله گوارش، قلب، آئورت، اجسام آلاتا و گاهی ماهیچه‌های لب پایین و آرواره‌های بالا و در بعضی از حشرات به تمام بخش میانی لوله گوارش می‌فرستد.

(۲) دستگاه سمپاتیک دمی که اعمال عصبی غدد تناسلی و قسمت انتهایی لوله گوارش را انجام می‌دهد.

(۳) عصب‌های فرد شکمی که رشته‌های عصبی به سوراخ‌های تنفسی و استیگمات‌ها می‌فرستد.

۳- دستگاه عصبی سطحی یا جلدی Peripheral Nervous system:

شامل سلول‌های حساس دو یا چند قطبی و قسمت‌های انتهایی آکسون سلول‌های محرک بوده که معمولاً در لایه اپیدرمی جلد، پوشش سطحی لوله گوارش و ماهیچه‌های سمپاتیک متمرکز هستند. دستگاه عصبی در حشرات، دارای ترشحات هورمونی است که از غده‌های بدون مجرای ترشحی به نام اجسام آلاتا و کاردیاکا ترشح می‌شوند. اجسام آلاتا در قسمت پشتی بخش جلویی لوله گوارش در محل اتصال مری قرار دارند و ترشحات آنها به نام هورمون جوانی از نظر پدیده دگردیسی و رشد غدد تناسلی اهمیت دارد. اجسام کاردیاکا در قسمت میانی مغز جلویی قرار دارند و ترشحات آنها احتمالاً در تغییر جلد مؤثر است.

سیستم ایمنی در حشرات:

در حشرات اولین موانع در برابر عوامل خارجی، کوتیکول، معده و دستگاه گوارش (پرده دور غذایی) می باشند، اما چنانچه عامل پاتوژن از این موانع بگذرد، مانع بعدی در برابر آن، سیستم ایمنی بدن حشره و به عبارتی خون حشره است. کلیه جانوران چند سلولی، در برابر عوامل خارجی به دو طریق عکس العمل نشان می دهند: ۱- سیستم ایمنی ذاتی، ۲- سیستم ایمنی اکتسابی.

حشرات فاقد سیستم ایمنی اکتسابی بوده، ولی سیستم ایمنی ذاتی در آنها دیده می شود که از دو بخش ساخته شده است: ۱- سیستم دفاعی سلولی، ۲- سیستم دفاعی غیر سلولی.

در سیستم دفاعی سلولی، سلول های خونی مستقیماً در دفاع شرکت می کنند که عمل آنها شامل فاگوسیتوز، تشکیل گره و کپسوله کردن می باشد. در سیستم دفاعی غیر سلولی، خود سلولهای خونی مستقیماً درگیر نشده و مولکول ها و مواد شیمیایی که در خون هستند این عمل را انجام می دهند. این ترکیبات توسط اندام چربی تولید می شوند که از آن جمله می توان به لکتین، پروتئین سکروپین، دفنسین، دروزومایسین و همولین اشاره کرد.

فصل پنجم

روش‌های مختلف کنترل آفات

تعریف آفت

آفت در کشاورزی شامل کلیه عوامل زنده و غیر زنده‌ای است که به محصولات کشاورزی خسارت وارد کرده و علائم خسارت به‌صورت کاهش کمی و کیفی روی محصول ظاهر می شود و در نتیجه، کنترل آن‌ها ارزش اقتصادی دارد. این عوامل به شرح زیر می باشند:

۱. عوامل زنده: شامل کنه‌ها، حشرات، نرمتنان، پرندگان، جوندگان، نماتدها، قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها، میکوپلاسماها و علف‌های هرز.

۲. عوامل غیر زنده: شامل عوامل محیطی مانند سرما، گرما، تگرگ، بارندگی بی‌موقع، سیل، کمبود مواد غذایی، نامساعد شدن شرایط خاک.

حشرات از فراوانترین جانوران روی زمین بوده و ۶۴/۴ درصد موجودات زنده کره زمین را تشکیل می‌دهند. از میان آفات گیاهی نیز حشرات به دلیل تنوع گونه‌ها، کثرت جمعیت و دیگر خصوصیات بیولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و دارای نقش‌های مضر و مفیدی برای بشر می باشند.

انواع خسارت آفات

حشرات به‌وسیله جویدن، مکیدن یا سوراخ کردن، بافت‌های گیاهی را خورده و یا شیره گیاهی را مصرف می‌کنند. حشرات جونده مستقیماً بافت‌های گیاهی را مورد تغذیه قرار داده و سطح کلروفیلی گیاه را کاهش می دهند. اگرچه خسارت ایجاد شده ممکن است آشکار باشد، امّا کاهش سطح برگ ضرورتاً منجر به یک کاهش همزمان در عملکرد نمی‌شود زیرا گیاهان اغلب به‌وسیله افزایش رشد خسارت وارده را جبران می‌نمایند. حشراتی که بافت‌های گیاه را سوراخ می‌نمایند شامل مینوزها، مگس‌های جوانه، ساقه‌خواران و حشراتی هستند که میوه‌ها و دانه ها را سوراخ می‌کنند. گروه آخر به دلیل مصرف دانه ها ممکن است سبب کاهش مستقیم عملکرد شوند، درصورتی‌که دیگر گروه‌ها ممکن است به‌وسیله ایجاد کاهش در کیفیت، سبب کاهش ارزش محصول شوند. در این میان، ساقه‌خوارها به‌ویژه می‌توانند مخرب باشند زیرا لاروهای آن‌ها که ساقه‌های در حال رشد را سوراخ می‌نمایند اغلب سبب از بین رفتن ساقه‌ها شده و به‌وسیله کاهش تعداد جوانه‌های حامل دانه یا ضعیف کردن ساقه‌ها تا حدی که ورس کرده و نمی‌توان آن‌ها را برداشت نمود سبب کاهش شدید عملکرد می‌شوند. حشراتی که شیره گیاهی را می مکند از قطعات دهانی خود برای سوراخ کردن و فرو بردن خرطوم در بافت‌های گیاهی استفاده می‌کنند تا یک مجرای آوند آبکش را یافته و شیره گیاهی را بمکند. در مواردی که محصول برداشت شده آلوده به مدفوع یا پوسته‌های قدیمی حشره باشد، اگرچه مستقیماً بر عملکرد تأثیر ندارد اما می‌تواند ارزش بازاری محصول را کاهش دهد. از آنجا که در کشورهای توسعه یافته سیستم‌های درجه‌بندی گسترده‌ای برای کیفیت غذایی وجود دارد، این موضوع به میزان زیادی بر ارزش بازار پسندی محصولات غذایی این کشورها اثر می‌گذارد. حشرات ناقل بیشتر با انتقال عوامل بیماری‌زای گیاهی سبب مشکل شده و به ندرت خسارت مستقیم به محصولات وارد می‌کنند؛ لذا مناسب‌ترین روش مدیریت بیماری، اغلب کنترل حشره یا کنه ناقل است.

به‌طورکلی خسارت یک آفت در روی یک گیاه تابع پتانسیل و نوع تغذیه، قطعات دهانی، وضعیت دستگاه گوارش و توانایی انتقال عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌باشد که به دو شکل زیر صورت می‌گیرد:

الف) خسارت مستقیم

خسارت مستقیم حشرات و کنه ها به صورت های زیر انجام می‌شود:

۱. ریزش میوه (کرم سیب و به).
۲. خسارت حاصل از چوب‌خوارها (سوسک‌ها و پروانه‌های چوب‌خوار).
۳. ضعیف شدن و خشک شدن گیاهان میزبان در اثر تغذیه از گیاه؛ مثل شته‌ها و مگس‌های سفید گلخانه.
٤. حشراتی که سبب ریزش گل و کاهش قوه نامیه بذور می‌شوند؛ مثل سن‌های خانواده Miridae.
۵. حشرات و کنه هایی که باعث ریزش زودرس برگ‌ها و پیچیدگی آنها می‌شوند؛ نظیر کنه تارتن دولکه‌ای و تک‌خواری اریوفیده.

ب) خسارت غیر مستقیم

۱. حشرات و کنه هایی که درو، سمپاشی یا مبارزه با علف‌های هرز را در محصول اصلی با مشکل مواجه می‌سازند.
۲. حشراتی که باعث کاهش محصول یا کاهش ارزش غذایی و بازار پسندی آن می‌شوند؛ مثل شپشه برنج و کرم سیر.
۳. آن‌هایی که ناقل عوامل بیماری‌زای گیاهی هستند؛ نظیر شته‌ها، پسیل‌ها، زنجرک‌ها، برخی از تریپس‌ها و کنه های اریوفیده که علاوه بر تغذیه، ناقل بیماری‌های ویروسی و باکتریایی نیز می باشند. البته نوع خسارت آن‌ها به نوبه خود بر احتمال و میزان کاهش عملکرد مؤثر است.

اصول کنترل انبوهی آفات

کنترل انبوهی آفات دارای اساس و اصول مختلف اقتصادی، اکولوژی، استراتژی و تاکتیک می‌باشد. در اصول اقتصادی بیشتر روی میزان آلودگی و تراکم آفت بحث می‌شود. اصول اکولوژیک راجع به ارتباط آفت با محیط و تأثیر محیط روی افزایش یا کاهش جمعیت صحبت می‌کند. در استراتژی، روش‌های اندازه گیری و تغییرات جمعیت آفت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در اصول تاکتیک از کلیه روش‌های مختلف کنترل (زراعی، شیمیایی، بیولوژیکی، هورمونی، فرمونی و غیره) بحث می‌شود.

نکات لازم در کنترل انبوهی آفات

۱. شناسایی آفت از نظر نام محلی، علمی، خانواده و حتی نژاد.
۲. شناخت چرخه زیستی آفت به منظور بهره‌گیری از زمان حساس بیولوژی آن.

۳. توجه به مسائل محیط زیست و بی خطر بودن مبارزه از نظر انسان، حیوان و گیاه در صورت انجام کنترل شیمیایی.
۴. آگاهی از فون و فلور منطقه و تعیین آفات کلیدی آن.
۵. اقتصادی بودن اجرای عملیات کنترل.
۶. آشنایی به روش‌های مختلف کنترل آفت: باید در نظر داشت که تنها راه کنترل آفات، کنترل شیمیایی و سمپاشی نیست، بلکه آگاهی از روش‌های جدید دفع آفات و نیز استفاده به موقع از روش‌های کنترل ساده و عملی مانند شخم عمیق، یخ آب زمستانه، وجین علف‌های هرز، کاشت به موقع و یا استفاده از کنترل قانونی به منظور جلوگیری از گسترش یک آفت به مناطق جدید،همه و همه می‌توانند به مقدار زیادی از خسارت آفات و جمعیت آن‌ها بکاهند.
۷. ارزیابی مداوم برنامه‌ها و تعیین نقاط ضعف و قوت کار.

روش‌های کنترل آفات

الف- کنترل زراعی

روش‌های کنترل زراعی شامل تغییر دادن عملیات مدیریت است که مزرعه یا باغ را برای تولیدمثل و یا زنده ماندن آفت نامناسب‌تر می سازد. این روش‌ها بر روی توانایی آفت در ایجاد کلنی روی یک گیاه اثر کرده و در نتیجه، از انتشار آفت ممانعت به عمل آورده و تولیدمثل و بقاء آن را کاهش می‌دهند. برای تأمین این اهداف از امکانات مختلف شامل شخم، آبیاری، اصلاح محیط فیزیکی، تناوب زراعی، هرس، وجین علف‌های هرز، تغییر در تاریخ کاشت و برداشت، برداشت نواری، کشت مخلوط، ماشین‌آلات کشاورزی، کودهای غیرآلی، رعایت شرایط اقلیمی، نوع بذور و مدیریت حاشیه مزارع استفاده می‌شود. روش‌های مختلف کنترل زراعی در اکثر موارد جنبه پیشگیرانه دارد و به ندرت می‌توان از آن به‌عنوان یک روش تاکتیکی کنترل استفاده نمود. این روش مقدم بر سایر روش‌ها بوده و با اینکه در اکثر موارد نمی‌تواند به تنهایی جمعیت آفت را به زیر آستانه اقتصادی برساند ولی بستر مناسب را برای فعالیت آفت به هم می‌زند. همچنین این روش بر اساس عوامل مختلفی مانند بهم زدن بستر دیاپوز حشرات، تغییرات فصل، دمای محیط، نوع گیاهان زراعی، شرایط جغرافیایی منطقه و آگاهی از نقاط ضعف زندگی حشره، تنظیم می‌شود. اگرچه برخی از این روش‌ها جزء قدیمی‌ترین عملیات مرسوم کنترل آفات می‌باشند، اما عملیاتی از قبیل روش‌های

کاشت، برداشت و تناوب زراعی در میان اغلب کشاورزان، باغداران و دیگر مدیران منابع به‌صورت عادت در آمده و حتی به‌عنوان روش کنترل تلقی نمی‌شوند و برخی از آنها با ورود آفت‌کش‌های مدرن کنار گذاشته شده‌اند. برای بهره‌گیری از این روش لازم است اطلاعات کافی از چرخه زیستی، اکولوژی و رفتارشناسی آفت و گیاه میزبان با توجه خاص به شناسایی نقاط ضعف در چرخه زندگی آفت که از قبل وجود داشته است، در دسترس باشد. برای موفقیت اغلب روش‌های کنترل زراعی زمان‌بندی حائز اهمیت بسیار زیاد می‌باشد. از آنجا که کاشت و داشت امری لازم در تولید کشاورزی است و شیوه‌های مذکور معمولاً تغییرات ساده در عملیات جاری کشاورزی ایجاد می کنند، بنابراین هزینه بکارگیری آن‌ها در سیستم‌های مدیریت آفات در اغلب موارد، با حداقل تغییرات همراه می‌باشد. در حال حاضر صدها روش کنترل زراعی در کلیه مناطق تحت مدیریت آفات به کار گرفته می‌شود.

ب- کنترل فیزیکی

در این روش از خواص فیزیکی محیط یا از ادوات فیزیکی برای کنترل آفت استفاده می‌شود. مهم‌ترین روش‌های فیزیکی که در کنترل آفات به کار می‌روند عبارتند از: سوزانیدن، سرما، گرما، استفاده از نور، امواج رادیویی، پرتوهای یون ساز و مواد عقیم کننده.

پ- کنترل مکانیکی

در این روش حشرات و کنه‌ها را به طریق مکانیکی و دستی از بین می‌برند. به‌عنوان مثال در زمان قدیم برای کنترل ملخ‌ها بیشتر از طریق جمع‌آوری آن‌ها و همچنین حفر گودال‌های بزرگ در مسیر پوره‌های ملخ اقدام می‌کردند. نصب توری‌های سیمی برای جلوگیری از ورود مگس و پشه به داخل خانه‌ها نیز نوعی مبارزه مکانیکی است. جمع‌آوری حشرات کامل سوسک کلرادو با سیب‌زمینی‌های رشد یافته داخل گلدان و سپس انهدام آن‌ها نیز نوعی کنترل مکانیکی محسوب می گردد.

ت- کنترل بیولوژیک

آفات کشاورزی در تمام اکوسیستم‌های مختلف شامل زراعی، باغی، جنگلی و مرتعی دارای دشمنان طبیعی متعددی هستند که با تغذیه از گونه‌های گیاه‌خوار سبب کاهش جمعیت آفات شده و

در حالت طبیعی نیز منجر به تعادل طبیعی در آن اکوسیستم‌ها می‌شوند. این عوامل شامل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها)، نماتدها، پرندگان و گروه‌های مختلف بندپایان حشره‌خوار هستند که اگر در طبیعت وجود نداشتند، جمعیت حشرات به‌طور سرسام‌آوری افزایش می‌یافت. به عبارت دیگر، فعالیت این عوامل مانع طغیان گونه‌های خسارت‌زا شده است. البته امروزه از برخی گونه‌های اختصاصی گیاه‌خوار که از علف‌های هرز تغذیه می کنند، برای کنترل علف‌های هرز استفاده می‌کنند که اصطلاحاً به این روش، کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز اطلاق می‌شود.

کنترل بیولوژیکی یا مهار زیستی یعنی به بکارگیری عوامل زنده مفید علیه موجودات زنده زیان‌آور (آفات) که این عوامل به دو صورت زیر در ایجاد تعادل طبیعی در اکوسیستم‌های کشاورزی موثر هستند:۱- حشره، کنه یا عنکبوت به‌صورت تصادفی و بدون هیچ هدف مشخصی و تنها برای تأمین نیاز غذایی خود در طبیعت فعالیت می‌کند. این نوع کنترل را کنترل بیولوژیکی طبیعی می‌گویند. ۲- اگر این عوامل با دستکاری و هدف خاصی علیه موجود زنده دیگر مورد استفاده قرار گیرند، در آن صورت کنترل بیولوژیکی کاربردی نامیده می‌شود. کنترل بیولوژیک یک واژه کلی است که در آن یک عامل بیولوژیک مانع افزایش تصاعدی تعداد یک موجود زنده دیگر می‌گردد و در این راستا باعث کاهش جمعیت آن موجود تا حد تعادل طبیعی یا حتی کمتر از آن می‌شود. با اعمال این روش کنترل، موجود زنده زیان‌آور به‌صورت موضعی حذف شده و یا جمعیت آن به اندازه ای کاهش می‌یابد که خسارت تغذیه‌ای آن اقتصادی نبوده و دیگر آفت محسوب نمی‌شود. در شرایطی که عامل بیولوژیک به‌طور کامل میزبان خود را از بین ببرد خود با فقدان غذا مواجه شده و از بین می‌رود. بنابراین در کنترل بیولوژیک بهتر است جمعیت آفت تا سطحی کاهش یابد که زیان اقتصادی نداشته باشد. دشمن طبیعی با استقرار در اکوسیستم مانع افزایش جمعیت آفت و طغیان آن می‌شود، ولی هدف آن هرگز ریشه‌کنی آفت نمی‌باشد.

استفاده از این روش از زمان‌های بسیار قدیم معمول بوده است. برای اولین بار یک حشره‌شناس ایتالیایی به‌نام Aidro Vandi شفیره زنبور *Apanteles glomeratus* را از روی لارو و شفیره پروانه سفیده کلم پیدا کرد. در این روش می‌توان این عوامل را که معمولاً در طبیعت وجود دارند حفظ و حمایت نمود. در این راستا، یا باید عملیات زراعی طوری انجام شود که حداقل آسیب به آن‌ها وارد گردد، یا اینکه برخی از آن‌ها را جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه،

پرورش، بسته‌بندی و سپس رهاسازی نمود. به علاوه ممکن است بعضی از عوامل میکروبی، پارازیت‌ها و پرداتورها را از نقاط دیگر کشور و یا نواحی دیگر جهان به مناطق جدید منتقل کرده و برای کنترل آفات مورد استفاده قرار داد. برای اینکه عامل بیولوژیک از کارآیی لازم برخوردار باشد لازم است در انتخاب آن، تعدادی از عوامل مدنظر قرار گیرند.

محاسن استفاده از عوامل بیولوژیکی

۱. عدم آلودگی محیط زیست: هیچ تهدیدی برای حیات وحش، حشرات و سایر ارگانیسم‌های غیر هدف در خاک ندارند.
۲. انتخابی بودن: به‌صورت انتخابی عمل کرده و باعث بهم خوردن تعادل طبیعی در اکوسیستم نمی‌شوند.
۳. کنترل پایدار آفت در اکوسیستم: در برخی از موارد استفاده از عوامل بیولوژیک منجر به کنترل بیولوژیک کلاسیک می‌شود که در صورت عملی شدن این روش، برای چندین سال یا سال‌های متمادی نیازی به صرف هزینه نمی‌باشد.
۴. در چرخه مواد و آب اثر زیان‌باری ندارند.

معایب کنترل بیولوژیکی

۱. همه حشرات و کنه‌های گیاه‌خوار یک اکوسیستم را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.
۲. پس از شناسایی عوامل بیولوژیک، امکان دستیابی به تکنیک پرورش آن‌ها آسان نمی‌باشد.
۳. نگهداری طولانی مدت آن‌ها مشکل است.
۴. کشاورز و تولید کننده نتیجه عامل کنترل بیولوژیک را به سرعت نمی‌بیند و از نظر روان‌شناسی، مصرف‌کننده را راضی نمی‌کند.

ث- کنترل قانونی

قوانین، مقررات و کدهای اختیاری در سطح ملی و بین‌المللی برای اطمینان از عملیات مناسب در مدیریت آفات، برای حفظ کنترل کیفیت محصولات کشاورزی از آلودگی به آفاتی که بومی یک منطقه یا کشور نیستند انجام می‌گیرد. بدین صورت از ورود موجودات زنده خارجی در طول مرزهای ملی ممانعت می‌شود. این قوانین دارای شکل‌های زیاد و اثرات مهمی روی عملیات کشت، صدور محصولات کشاورزی و مصرف کنندگان بوده و عدم رعایت آنها در هنگام نقل و انتقالات

فرآورده‌های کشاورزی، یکی از عوامل مؤثر در انتقال آفات و بیماری‌های گیاهی از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌باشد. گاهی این نقل و انتقالات فجایع بزرگی در کشاورزی ایجاد کرده اند که از آن جمله می توان سپردار واوی مرکبات، کرم ساقه‌خوار برنج، مگس مدیترانه، شپشک سان ژوزه، سوسک کلرادو، بید سیب‌زمینی، مگس زیتون، مگس انبه، کنه واروآ و کنه قرمز اروپایی را نام برد که آفات غیر بومی در کشور ما هستند و به همراه فرآورده‌های کشاورزی از خارج، وارد کشور شده‌اند. اگر چه با توسعه سیستم ارتباطی بین کشورهای جهان و نواحی مختلف کشور، رعایت ضوابط دقیق قرنطینه گیاهی بسیار مشکل شده است، ولی در هر صورت باید تلاش کافی برای کنترل ورود مواد کشاورزی و جلوگیری از ورود آفات جدید به طور جدی به عمل آید.

ج- کنترل فیزیولوژیکی و رفتاری حشرات

در این روش با مداخله در رفتار تعدادی از حشرات بویژه جفت‌یابی آن‌ها می‌توان ایجاد اختلال کرد. برای تأمین این هدف از ابزارهای مختلفی نظیر جلب‌کننده‌ها و دورکننده‌ها استفاده می‌شود که امروزه کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌اند. در کشاورزی از مواد دورکننده با بو و طعم خاص خودشان که باعث دور شدن جوندگان، پرندگان و حشرات می‌شوند استفاده می‌گردد. همچنین آمین‌های حلقوی، مشتقات پیریدین و روزین از مواد دورکننده ای هستند که برای دور کردن حشرات گیاه‌خوار درختان میوه مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از حشره‌کش‌ها نیز دارای خاصیت دورکنندگی هستند، نظیر گامکسان که برای ممانعت از تغذیه خرگوش از تنه درختان بکار گرفته می شود. برخی از سموم نظیر پایروتروئیدهای مصنوعی حدود ۲-۳ ساعت بعد از سم‌پاشی دارای خاصیت دورکنندگی بوده که این خاصیت برای حفظ و حمایت از حشرات مفید به‌ویژه زنبور عسل، سایر گرده‌افشان‌ها و زنبورهای پارازیتوئید مفید است. در جوامع انسانی برای دور کردن حشرات گزنده و ناقل بیماری‌های خطرناک انسانی نظیر پشه آنوفل و *Aedes* sp. از دورکننده‌ها استفاده می‌شود.

با عنایت به اینکه کلیه فعالیت‌های حیاتی این موجودات و رفتار گوناگون آن‌ها توسط مواد شیمیایی خاص هدایت می‌شود، لذا این مواد غالباً به‌طور اختصاصی عمل کرده و انسان می‌تواند با شناخت مکانیزم تأثیر این مواد به نحوی از آن‌ها بهره بگیرد تا با ایجاد تغییر در نحوه تأثیر آن‌ها جمعیت آفات را تغییر داده و به زیر آستانه اقتصادی برساند. گروهی از این مواد «خبردهنده‌های شیمیایی» هستند که اصطلاحاً «Semiochemicals» نامیده می‌شوند و حشرات به‌وسیله آن‌ها بین

خود واکنش ایجاد می‌کنند. این واژه از کلمه یونانی semion به معنی علامت گرفته شده و به نوبه خود به فرمون‌ها و آللوکمیکال‌ها تقسیم می‌شود. ترشح این مواد و انتشار آن‌ها در داخل یا خارج از ارگانیسم باعث واکنش‌های گوناگون جانور در ارتباط با عوامل مختلف محیط می‌گردد. تغذیه، نشو و نما، تولیدمثل، مهاجرت و سایر فعالیت‌های حیاتی تحت تأثیر یک یا چند نوع از این مواد صورت می‌گیرد. از میان این ترکیبات شیمیایی، توجه بیشتر معطوف به ترکیباتی است که سبب تغییر در فرآیندهای طبیعی رشد و نمو حشره می‌شوند که به آنها تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات می‌گویند و به حشره‌کش‌های نسل سوم نیز معروفند. به‌طور کلی سمیوکمیکال‌ها شامل خبردهنده‌های درون ارگانیسمی (هورمون‌ها)، خبردهنده‌های درون‌گونه‌ای (فرمون‌ها) و خبردهنده‌های بین‌گونه‌ای (آللوکمیکال‌ها) می‌باشند.

چ- کنترل شیمیایی

در این روش از ترکیبات شیمیایی برای کنترل آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز استفاده می‌شود. این روش بعد از جنگ جهانی دوم توسعه زیادی پیدا کرد و در ابتدا در مقایسه با دیگر روش‌های کنترل، نتیجه قاطع و سریعی از خود نشان داد. برتری این روش با کشف و ورود آفت‌کش‌های آلی سنتز شده ای نظیر DDT در دهه ۱۹۴۰ شروع شد. استفاده از ترکیبات شیمیایی موجب اختلال در اعمال متابولیکی حشرات و کنه‌ها شده و در نهایت مرگ آن‌ها را سبب می‌شود. به این مواد اصطلاحاً آفت‌کش می‌گویند که بر اساس تأثیر روی گروه‌های خاصی از آفات، حشره‌کش ها، کنه‌کش ها، جونده‌کش ها و غیره تقسیم می شوند. بنابر تعریف فوق کلیه ترکیباتی که در گیاه‌پزشکی برای کنترل آفات، عوامل بیماری‌زا و تمامی عواملی که محصولات غذایی مورد نیاز و حتی سلامتی بشر را به خطر می اندازند به کار می روند، آفت‌کش نامیده می‌شود. همچنین در برخی از منابع، آفت‌کش‌ها را ترکیب یا مخلوطی از چند ترکیب شیمیایی که در جهت جلوگیری، نابودی، دور کردن و کاهش جمعیت حشرات، کنه‌ها، جوندگان، حلزون‌ها، نماتدها، قارچ‌ها و باکتری‌ها به کار می‌روند، تعریف کرده‌اند.

اسامی مختلف یک سم

هر ترکیب شیمیایی اسامی مختلفی دارد که مؤسسات داخلی هر کشور، تشکیلات ناظر بین المللی و شرکتها نقش مؤثری در تعیین آنها دارند. در زیر به برخی از اسامی رایج در سم شناسی اشاره می شود:

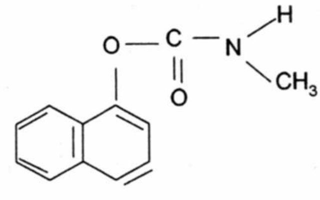
۱- نام شیمیایی: نام شیمیایی بر اساس قوانین اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک) انتخاب می شود و در حقیقت بیان کننده اجزاء تشکیل دهنده ساختار شیمیایی ترکیب آفت کش و نحوه قرار گرفتن اتمها نسبت به هم است. به طور مثال نام شیمیایی کارباریل، 1- naphthyl methyl carbamat می باشد.

۲- نام عمومی: نام عمومی که در بین محققین سم شناس بیشتر تأکید می شود، توسط یک مجمع علمی ابتدا به مؤسسه علمی استاندارد کشور سازنده پیشنهاد می شود و سپس برای اینکه به صورت یک اسم بین المللی در آید، به مؤسسه استاندارد بین المللی پیشنهاد شده و پس از آن مورد تصویب قرار می گیرد. این نام اطلاعاتی در مورد ساختار شیمیایی ترکیب نمی دهد، اما گاهی اوقات از نام ماده اولیه در نامگذاری استفاده می شود. هر ترکیب شیمیایی آفت کش دارای یک نام عمومی است که هنگام نوشتن در منابع علمی حرف اول آن کوچک نوشته می شود، نظیر کارباریل (carbaryl)؛ مگر اینکه در ابتدای جمله قرار گیرد.

۳- نام تجاری: نام تجاری برای هر ترکیب معمولاً متعدد می باشد که دلیل آن تعدد کارخانجات سازنده و نیز فرمولاسیون های مختلف آن ترکیب است. نام تجاری به همراه علامت R نشان داده شده و حرف اول آن معمولاً با حرف بزرگ نوشته می شود. به عنوان مثال نام تجاری کارباریل که سوین می باشد به این صورت نوشته می شود: (Sevin®).

۴- علامت تجاری: علامت تجاری به وسیله کارخانه سازنده یا فرموله کننده بر روی یک سم یا ماده شیمیایی گذاشته شده و با علامت (Tm) نشان داده می شود.

۵- فرمول ساختمانی: در فرمول ساختمانی نحوه و چگونگی آرایش عناصر در مولکول مورد توجه قرار می گیرد. به طور مثال، فرمول ساختمانی کارباریل به این صورت است:



انواع فرمولاسیون آفت کشها

برای استفاده مفید از یک آفت کش ، باید علاوه بر سمیت ترکیب شیمیایی روی گونه های زیان آور، به شکل آفت کش نیز توجه نمود، زیرا فرمولاسیون یک سم، چگونگی استفاده از آن را تعیین می کند و به عبارت دیگر طرز مصرف و وسیله سمپاشی بر حسب صورتهای مختلف سم متفاوت خواهد بود. فرمولاسیون عبارت است از تغییراتی که به روش های مختلف روی سموم اعمال شده و موجب بهبود شرایط نگهداری، مصرف، تأثیر و ایمنی آنها می گردد و هدف از آن، تسهیل کاربرد، اصلاح خواص فیزیکی، افزایش تأثیر بر آفات و کاهش خطرات زیست محیطی می باشد. تقریباً همه آفت کشهای رایج شامل بیش از یک ماده در فرمولاسیون هستند. به بیان دیگر، برای فرمولاسیون، ماده فعال سموم با مواد غیر فعالی (از نظر سمیت) مخلوط می شوند که البته سازگاری فیزیکی و شیمیایی آنها با ماده سمی ضروری است. کارخانه های سازنده معمولاً محصولات خود را به صورت غلیظ عرضه می کنند که اصطلاحاً به آن ماده تکنیکال گفته می شود. ماده تکنیکال به صورت خالص تهیه شده و مستقیماً قابل استفاده نیست، بلکه باید توسط کارخانه های فرمولاتور به صورت قابل استفاده درآید. فرمولاسیونهای مختلفی که امروزه برای کنترل آفات به کار گرفته می شوند به قرار زیر هستند:

۱- پودرها یا گردها: پودر مخلوط یک حشره کش و یک ماده حامل بسیار نرم است. ماده به دست آمده را ممکن است پس از تهیه رقیقتر کنند و یا به همان غلظت تهیه نموده و قبل از مصرف رقیق نمایند. ماده مؤثره پودرها معمولاً کمتر از ۱۰ درصد می باشد. اندازه اپتیمم ذرات گردها برای به کارگیری در سمپاشی های سطحی و زمینی ۱۵-۲۵ و برای سمپاشی هوایی ۲۵-۵۰ میکرون است. این شکل از ترکیبات آفت کش در محیطهای مرطوب که چسبندگی ذرات به سطح گیاه میزبان بیشتر است نتیجه بهتری می دهد. اگرچه خاصیت گیاه سوزی این دسته از سموم کم است، ولی به دلیل اینکه در لابلای موهای بدن زنبور عسل و دیگر حشرات گرده افشان جای می گیرند، تلفات زیادی را روی این حشرات ایجاد می نمایند. علاوه بر این، گاهی اوقات حشرات آلوده، ذرات سمی را به داخل کندوی زنبور عسل حمل نموده و باعث مسمومیت سایر حشرات داخل کندو نیز می شوند؛ به این دلایل، این ترکیبات کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه ذرات پودر نباید خیلی کوچک باشد، زیرا ذرات بسیار ریز به هم چسبیده و در موقع پاشیدن، به طور یکنواخت از گردپاش خارج نمی شوند. از طرف دیگر اگر ذرات خیلی درشت باشند، نمی توانند از سطح برگ نفوذ کنند. تهیه

این مواد آسان است، ولی به علت سنگینی وزن برای حمل در مسافتهای طولانی گران تر تمام می شوند. به علاوه این مواد، حداقل تأثیر را دارند، زیرا در موقع استفاده، ۱۰ تا ٤۰ درصد آنها روی گیاه باقی مانده و بقیه به زمین می ریزد. این مواد را می توان با گردپاش یا هواپیما پاشید، ولی به علت سبکی وزن ذرات ممکن است باد آنها را به مزارع اطراف ببرد؛ از این رو برای جلوگیری از بادبردگی، معمولاً ۳ تا ۵ درصد روغن معدنی به آنها اضافه می نمایند. بهترین نتیجه از کاربرد گردها زمانی حاصل می شود که: ۱- هوا گرم باشد ۲- سطح گیاه در اثر بارندگی و یا شبنم مرطوب باشد. برای تهیه گردها از موادی به عنوان حامل استفاده می کنند که این مواد شامل پودر تالک، پیروفیلیت، پودر گچ، کائولین، تریپولی، یا دراتومیت، سیلیکاژل و خاک رس هستند، اما معمولاً ماده همراه مرجح برای گردها، پودر تالک و پیروفیلیت است زیرا این مواد دارای ساختمان مطبق بوده و به سطح گیاهان می چسبند. گل گوگرد مثال خوبی از این سموم می باشد.

۲- گرانول ها: این ترکیبات که با علامت Gr نشان داده می شوند، از طریق ریشه جذب شده و غالباً برای کنترل حشرات خاکزی مورد استفاده قرار می گیرند. در تهیه گرانولها، ماده سمی در یک حلال مناسب حل شده و سپس ماده حامل به این محلول آغشته می شود. در فرمولاسیون سموم گرانولی برای ایجاد پوشش ماده سمی از رسهایی نظیر پرلیت یا ورمیکولیت استفاده می گردد که پوشش یا غلاف در اثر جذب رطوبت محیط از بین رفته و ماده مؤثره آزاد می شود. این سموم با ۲ تا ۲۵ درصد ماده مؤثره تهیه و به بازار عرضه شده اند و برای مصرف آنها می توان از کودپاشها استفاده کرد. در اغلب حشره کشها، ماده سمی گرانول پس از قرار گرفتن در خاک، از طریق ریشه جذب شده و به قسمتهای هوایی گیاه انتقال پیدا می کند. آزاد شدن ماده مؤثره، بستگی زیادی به خواص فیزیکوشیمیایی ترکیب و شرایط آب و هوایی دارد.

۳- میکروکپسولها: ماده مؤثره در این فرمولاسیون درون یک محفظه کپسول مانند به قطر ۵ تا ۱۰۰ میکرون قرار می گیرد که این پوشش در اثر عوامل مکانیکی، حرارت و آفتاب متلاشی شده و مواد مؤثره آن آزاد می شود. این مواد زمانی به مصرف می رسند که نخواهیم ماده سمی برای مدتی در تماس با انسان، حیوان و حتی گیاه باشد و یا پس از سپری شدن مدت معینی وارد عمل گردد. پوسته (کپسول) از موادی نظیر آگار، ژلاتین و یا مواد مشابه درست شده و ماده مؤثره در آن حل نمی شود. بیشترین کاربرد این فرمولاسیون علیه پشه ها در آبهای راکد است که در این مورد مصرف یک بار سم به این صورت در یک دوره کامل زندگی پشه کافی خواهد بود.

۴- **طعمه های مسموم:** به طور کلی در ساخت طعمه های مسموم از سموم گوارشی استفاده شده و ماده سمی به مواد غذایی مورد علاقه آفت آغشته می شود. این مواد برای کنترل ملخها، حلزونها، مورچه ها و جوندگان مورد استفاده قرار می گیرند و از آن جمله می توان فسفر دوزنگ با گندم یا سبوس، سوین و سم کلرات واکس و پلیت را نام برد.

۵- **خمیرها:** در خمیرها ماده سمی در یک حلال که معمولاً یک ماده تبخیر شونده بسیار قوی نظیر دی کلرواتان می باشد حل شده و با چسب مخلوط می گردد. بهترین نمونه خمیر، آنتی تارلو است که ماده مؤثره آن اتیلن دی بروماید بوده و برای مبارزه با چوبخوارها مورد استفاده قرار می گیرد. خمیر دیگر، خمیر زلیو است که برای کنترل موش خانگی به صورت طعمه مسموم به مصرف می رسد.

۶- **پودر وتابل قابل تعلیق در آب:** این پودرها در واقع گردهایی هستند که در آنها مخلوطی از ماده مؤثره، پخش کننده، چسباننده، خیس کننده، مواد بی اثر و مواد همراه وجود دارد و هنگامی که با آب مخلوط شوند سوسپانسیون پایداری را تولید می کنند. قطر ذرات به نحوه آسیاب کردن مواد وابسته است. این سموم دارای مزایای چندی نسبت به سموم گردی به شرح زیر هستند: ۱- به دلیل بهتر چسبیدن به سطح گیاهان و باقی ماندن در سطح برگ هدر رفتن سم کاهش پیدا می کند. ۲- وقتی پودرهای وتابل با آب مخلوط شوند سریعاً به شکل سوسپانسیون در آمده و ذرات جامد آنها به آهستگی ته نشین می شود.

در پودرهای قابل تعلیق در آب، ۸۰ درصد ذرات تشکیل دهنده دارای اندازه ۳ میکرون می باشند. این پودرها معمولاً محتوی ۲۵-۸۰ درصد ماده فعال سمی، ۱۵-۷۵ درصد مواد حامل، ۲-۱۵ درصد مواد خیس کننده و ۱-۲ درصد ماده پخش کننده هستند.

۷- **مواد غلیظ امولسیون شونده:** مواد تغلیظ شده قابل امولسیون به کلیه موادی گفته می شود که دارای یک فاز بوده و در موقع رقیق شدن با آب تشکیل امولسیون می دهند. این مواد در اصل مایع بوده و در تهیه آنها ماده مؤثره، روغن یا یک مایع غیر قابل حل در آب به عنوان حلال و یک ماده امولسیون کننده به کار می رود که ماده مؤثره باید قابل حل در حلال باشند. در موقع سم پاشی، این مواد را با مقدار کافی آب مخلوط می کنند تا بتوانند حالت پراکندگی امولسیون را به خود گرفته و مایع شیری رنگی ایجاد کنند. این امولسیون دارای ذرات روغن به قطر ۱ تا ۲ میکرون بوده و به صورت پراکنده در آب است.

۸- سوسپانسیونهای کلوئیدی یا روان ریز: این مواد شامل ذرات خیلی ریز پراکنده در یک حامل مایع که آب یا یک حلال دیگر است بوده، ولی شرط اساسی این است که حلالیت ماده مؤثره در این حلال خیلی کم یعنی کمتر از ۱۰۰۰ پی پی ام باشد.

در تهیه این ترکیبات، ماده مؤثره را با یک ماده پخش کننده مخلوط و سپس آسیاب کرده و به منظور پایداری و جلوگیری از تجمع ذرات مواد جامد، به ترکیب تهیه شده مواد قابل تعلیق اضافه می‌کنند. ماده حاصله به راحتی با آب مخلوط شده و تشکیل سوسپانسیونی را می دهد که به آسانی ته نشین نمی شود و می توان آن را مانند پودرهای قابل تعلیق در آب استفاه نمود. ثبات و پایداری این ترکیب بستگی به جنس مواد به کار رفته، اندازه ذرات و مواد پخش کننده و خیس کننده دارد. زیرا مواد پخش کننده و خیس کننده خاصیت نیروهای کشش سطحی را پایین آورده و باعث پایداری تعلیق می گردند. قطر ذرات ماده مؤثره کوچکتر از قطر ذرات در پودرهای قابل تعلیق در آب بوده و اندازه آنها معمولاً بین ۰/۵ تا ۵ میکرون است.

۹- محلولها: محلولها قابل حل در آب بوده و از نظر غلظت و رنگ شبیه امولسیونها هستند، ولی مخلوط آنها با آب مانند امولسیونها شیری رنگ نمی شود. در تهیه محلولها دو عامل حلالیت در حلال انتخاب شده و عدم تأثیر شیمیایی متقابل با آن اهمیت دارد.

۱۰- پودرهای محلول در آب: این پودرها از ماده مؤثره، مواد بی اثر قابل حل در آب و مقداری مواد پخش کننده تشکیل شده اند. حشره کشها، علف کشها و قارچ کشها ممکن است به این صورت تهیه و به بازار عرضه شوند.

۱۱- آئروسولها: قطر ذرات سم در موقع سم پاشی به نوع سرلانس و میزان فشار وارده به مایع سمی بستگی دارد. در صورتی که فشار داخل مخزن زیاد باشد، سم به صورت مه پخش می گردد و ذرات سم به قطر ۰/۰۰۱ تا ۵۰ میکرون درمی آیند که آئروسول نامیده می شوند. آئروسولها قدرت انتشار فوق العاده زیادی داشته و در فضا به خوبی انتشار می یابند و از این جهت در محلهای سر بسته مانند فضای اتاق یا گلخانه به خوبی روی آفات مؤثر واقع می شوند. آئروسولها از ماده مؤثره، حلالها و گاز فرئون ۱۲ که به عنوان عامل مولد فشار برای خارج کردن حشره کش از پمپ آئروسول عمل می کند تشکیل شده اند. خارج شدن محلول حشره کش از سر سمپاش یا نازل آئروسول به خاطر وجود گاز فرئون ۱۲ می باشد که تحت فشار در پمپ قرار دارد و با خارج شدن آن، ماده حشره کش به صورت محلول همراه با آن به صورت ذرات خیلی ریز در فضا پراکنده می شود.

۱۲- مواد تدخینی: ترکیباتی هستند که به سرعت به صورت گاز در آمده و از طریق دستگاه تنفسی بر روی حشرات تأثیر می گذارند. این مواد ممکن است ابتدا به صورت گاز نبوده و به صورت مایع یا جامد باشند، ولی به هر حال وقتی در شرایط محیط یا هوای آزاد قرار گیرند به سادگی به صورت گاز در می آیند. در مواردی که قدرت تصعید موجود در قرصهای تدخینی کم باشد، ماده شیمیایی یا سم را با مواد سوختنی مخلوط کرده و با آتش زدن آنها ماده سمی را آزاد می کنند؛ نظیر واروازین که بعد از آتش زدن به صورت دود بدون شعله در آمده و برای کنترل کنه واروآ در کندوهای آلوده زنبور عسل استفاده می شود. مشتقات ساده متان، اتان، پروپان و مخصوصاً مشتقات کلره، نیتریته، سیانوره و اکسیژنه جزء بهترین حشره کشهای تدخینی به شمار می آیند. قرص فستوکسین از این گروه سموم می باشد.

۱۳- مواد امولسیونی: بعضی از آفت کشهایی که ذر آب نامحلول بوده و یا مستقیماً با آب قابل اختلاط نیستند ولی در روغن ها قابل حل می باشند، به صورت امولسیون به مصرف می رسند. امولسیون مخلوطی است که در آن یک مایع به صورت ذرات خیلی کوچک، در داخل مایع دیگر پراکنده شده است. مایعی که به حالت ذرات کوچک پراکنده می باشد فاز پراکنده یا فاز داخلی، و مایعی که ذرات کوچک را در بر دارد مایع دوم یا فاز خارجی یا پیوسته یا فاز پراکنده کننده نامیده می شود. در واقع، یکی از شرایط لازم برای تشکیل امولسیون این است که دو مایع در هم قابل حل نباشند. امولسیونها، ترکیبات ناپایداری هستند که برای افزایش پایداری آنها، غالباً یک ترکیب امولسیون کننده به آنها اضافه می کنند. ماده امولسیون کننده مانع تجمع ذرات شده و از شکسته شدن امولسیون نیز ممانعت به عمل می آورد. به طور کلی از دو مایعی که در هم غیر قابل حل باشند مانند روغن و آب، می توان دو نوع امولسیون تهیه کرد. یکی امولسیون آب در روغن (W/O) و دیگری امولسیون روغن در آب (O/W). مایعی که علامت آن اول نوشته می شود در مایع دوم پراکنده می شود، به طوری که در امولسیونهای روغن در آب، روغن توسط قطرات کوچک آب احاطه شده و در امولسیون آب در روغن عکس این وضعیت اتفاق می افتد. امولسیونهای آب در روغن را امولسیونهای معکوس نیز می نامند. امولسیون روغن در آب پس از رقیق شدن در آب ظاهر شیری رنگ دارد. به طور کلی ترکیبات امولسیونی از ماده مؤثره، مواد امولسیون کننده و حلال آلی حاصل شده اند.

۱۴- سوسپانسیونهای غلیظ: در این فرمولاسیون که با F نشان داده می شود، ماده مؤثره در آب و محلولهای آلی غیر قابل حل بوده و ماده بی اثری نظیر خاک رس همراه آن می باشد. قطر ذرات ۰/۵ تا ۸ میکرون است و هر قدر اندازه ذرات ریزتر باشد سوسپانسیون آنها دوام بیشتری پیدا می کند.

۱۵- فرمولاسیون TEC : در این نوع فرمولاسیون، امولسیونهای شفاف ماده مؤثر سم و ماده امولسیون کننده با مقدار کمی حلال مخلوط می شوند؛ اما گاهی حلال وجود ندارد و این مواد پس از رقیق شدن در آب، امولسیون بی رنگی ایجاد می نمایند.

۱۶- فرمولاسیون مایع قابل حل در آب: در این نوع فرمولاسیون، ماده مؤثره مستقیماً در آب حل می شود.

۱۷- فرمولاسیون .R.T.U: در این فرمولاسیون که به آن فرمولاسیون آماده مصرف (Ready to Use) گفته می شود، ترکیب سمی با مواد همراه آن به صورت بسته بندی آماده، تهیه شده و در هنگام مصرف در داخل مخزن سمپاش انداخته می شود. بسته محتوی سم در آب باز شده و سم رها می گردد. این نوع فرمولاسیون خطرات احتمالی هنگام تهیه محلول سمی را از بین می برد.

۱۸- ترکیب کود شیمیایی با حشره کش: مخلوط سم و کود را می توان در موقع کشت و یا پس از کشت گیاه در زمین پاشید و در اختیار گیاه قرار داد.

طبقه بندی آفت کشها

آفت کشها به طرق مختلف تقسیم بندی می شوند که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می شود:

طبقه بندی بر اساس موارد استفاده

بر این اساس آفتکش ها به حشره کش ها، لارو کش ها، تخم کش ها، کنه کش ها، حلزون کش ها، جونده کش ها، باکتری کش ها، علفکش ها، قارچکش ها، جلبک کش ها و نماتد کش ها تقسیم می شوند.

یک ماده شیمیایی یا سم ممکن است دارای خواص مختلفی باشد، یعنی بتواند روی بیش از یک نوع آفت یا روی مراحل مختلف یک آفت اثر کند؛ بر این مبنا سموم زیر را به بازار عرضه کرده اند:

حشره کش ـ کنه کش: دارای خاصیت حشره کشی و کنه کشی است؛ مانند دانیتول.

کنه کش ـ قارچ کش: ترکیباتی هستند که هم روی کنه ها و هم روی قارچها مؤثر می باشند.

تقسیم‌بندی سموم بر اساس نحوه ورود به داخل بدن

۱. **سموم گوارشی**: سمومی هستند که از راه مجرای گوارشی وارد بدن آفت شده و پس از جذب از طریق دیواره لوله گوارش، سبب از بین رفتن آن می‌شوند. نظیر سموم آرسنیکی، ترکیبات فلوره، تالیم و روی. این سموم معمولاً علیه حشرات دارای قطعات دهانی ساینده بکار می‌روند.

۲. **سموم تماسی**: سمومی هستند که از طریق تماس با جلد بدن، حشرات را تحت تأثیر قرار داده و سبب مرگ آن‌ها می‌شوند. نظیر سموم معدنی، سموم گیاهی، روغن‌های معدنی و گیاهی و ترکیبات مصنوعی کلره، فسفره، کارباماتی و غیره. تأثیر این سموم روی آفات با قطعات دهانی مکنده قابل توجه است، اما زمانی که آفت در داخل نسج گیاه باشد از تأثیر این سموم در امان خواهد بود.

۳. **سموم گازی (تدخینی)**: سمومی هستند که به‌صورت بخار یا گاز از طریق دستگاه تنفس وارد بدن حشرات شده و سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شوند، نظیر گاز فسفین.

تقسیم‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس طرز تأثیر

۱. **سموم فیزیکی**: این سموم به طریق فیزیکی عمل کرده و باعث مرگ حشره می‌شوند؛ نظیر روغن‌های سنگین معدنی که در اثر نفوذ به مجاری تنفسی و مسدود کردن آن‌ها، باعث خفگی حشرات به‌ویژه شپشک‌های نباتی می‌گردند. گردها نیز از جمله سمومی هستند که به‌طریق فیزیکی عمل می‌کنند.

۲. **سموم پروتوپلاسمی**: این ترکیبات باعث رسوب کردن پروتئین سلول‌های بدن حشرات و در نتیجه مرگ آن‌ها می‌شوند؛ نظیر سموم جیوه ای، مسی، املاح نیتروفنیل، نیتروکرزول، فلوسیلیکات، آرسنیت و آرسنات‌ها.

۳. **سموم تنفسی**: این سموم با مهار کردن آنزیم‌های اکسیداز که نقش اصلی را در تنفس سلول‌ها بر عهده‌دارند، تنفس سلول‌ها را متوقف نموده و باعث مرگ حشره می‌شوند. این سموم با عناصر فلزی موجود در آنزیم‌های تنفسی و یا به عبارت دیگر با اکسیدازهای سلولی که دارای آهن هستند ترکیب شده و اثر کاتالیزوری آن‌ها را خنثی می‌کنند؛ نظیر اسید سیانیدریک، هیدروژن سولفوره و گاز فسفین.

٤. **سموم عصبی**: این سموم بر روی آکسون‌ها و یا انتقال‌دهنده‌های شیمیایی تحریکات عصبی که در محل سیناپس‌ها قرار دارند اثر کرده و بدین صورت باعث مرگ حشره می‌شوند.

طبقه‌بندی سموم بر اساس نحوه حرکت در گیاه

۱. سموم سیستمیک: این گروه پس از پاشیده شدن روی سطح گیاه یا خاک، به سرعت به داخل نسج گیاه نفوذ کرده و از طریق سیستم آوندی در کلیه اندام‌های آن پخش می‌شوند و بدین ترتیب آفاتی را که از داخل یا خارج گیاه تغذیه می‌کنند تحت تأثیر قرار داده و از بین می‌برند. ترکیبات این گروه هم دارای گروه چربی دوست (لیپوفیل) و هم دارای گروه آب دوست هستند و بدین ترتیب تا حد زیادی در آب حل می‌شوند. خاصیت چربی دوستی به آن‌ها اجازه می‌دهد که از قشر مومی سطح برگ عبور کنند و خاصیت آب‌دوستی نیز سبب می‌شود که این ترکیبات در شیره گیاهی به جریان بیفتند. اکثر سموم فسفره سیستمیک در آوندهای چوبی حرکت می‌کنند. برخی از این سموم عبارت‌اند از: هپتنفوس، فسفامیدون، پریمور و دیمتوات و غیره.

۲. سموم نفوذی یا نیمه سیستمیک: این ترکیبات در آب به مقدار کم حل می شوند، ولی در چربیها نسبتاً محلول‌اند. خاصیت چربی‌دوستی آن‌ها باعث می‌شود که در لایه مومی سطح برگ نفوذ کنند، اما در بافت گیاه به مقدار کمی پخش می‌گردند. به عبارت دیگر وقتی روی برگ پاشیده می‌شوند با نفوذ از ضخامت برگ، آفتی را که در پشت آن فعالیت می‌کند تحت تأثیر قرار داده و از بین می‌برند. این سموم باید قبل از رسیدن به محل هدف فعال شوند که معمولاً به صورت اکسیده شدن آنهاست. این سموم معمولاً زمانی مصرف می‌شوند که دسترسی به آفت به دلیل پیچیده شدن شاخ و برگ به سادگی امکان‌پذیر نبوده و یا اینکه آفت در زیر پوست، برگ، میوه و یا شاخه چوبی نشده پنهان شده باشد. این سموم در مورد آفاتی نظیر شته‌های مومی تأثیر خوبی دارند. برخی از این ترکیبات عبارتند از: مالاتیون، پاراتیون، فنیتریتیون. مثلاً مالاتیون وقتی فعال می‌شود به مالاکسون؛ پاراتیون به پاراکسون و بالاخره سومیتیون به سومیواکسون تبدیل می‌گردد.

مزایا و معایب استفاده از روش شیمیایی عبارت‌اند از:

الف) مزایا: ۱- اثر سریع. ۲- سهولت تداوم سم‌پاشی. ۳- عدم وجود راه‌های مؤثر دیگر.

ب) معایب: ۱- اثر سوء روی آفات غیر هدف. ۲- آلودگی محیط زیست. ۳- ایجاد مقاومت در گونه‌های آفت.

کاربرد سموم گازی برای ضدعفونی فرآورده‌های انباری

در ضدعفونی فرآورده‌های غذایی، نوع مواد مورد استفاده برای ضدعفونی، نوع سم و اقدامات لازم در انجام ضدعفونی بسیار مؤثر است. برای ضدعفونی فرآورده‌های آب‌دار مانند میوه‌ها و

سبزیجات باید به اثرات سم بر آن‌ها توجه نمود. به‌طور مثال کاربرد سموم قابل حل در آب مانند اسید سیانیدریک با غلظت نامناسب ایجاد عوارض سوء و نامطلوبی در این فرآورده‌ها می‌نماید. در مورد ضدعفونی فرآورده‌های خشک مانند بذور، اولاً باید به اثرات ماده سمی بر خواص مهم بذر نظیر قدرت جوانه‌زنی، کیفیت نانوایی (بذور گندم و جو) و قابلیت جذب سم توسط فرآورده توجه نمود و در مرحله بعد با توجه به امکانات موجود در محل نگهداری این فرآورده‌ها اقدامات لازم را انجام داد.

تأثیرات منفی استفاده از سموم شیمیایی

کشاورزان با تکیه بر روش‌های شیمیایی کنترل آفات، به تدریج آن را جانشین روش‌های سنتی کردند. این عمل در ابتدا بسیار قابل قبول بود ولی به تدریج اثرات سوء آن بر روی انسان، جانوارن خونگرم، ماهیان و محیط زیست آشکار گردید. علاوه بر این پیدایش مقاومت در حشرات و آفات مختلف نسبت به انواع سموم موجب گردید که هر ساله از سموم جدیدتر علیه آفات استفاده شود، بدون آنکه به اثرات سوء آن در محیط زیست توجه گردد.

خطرات آفت‌کش‌ها

آفت‌کش‌ها و اولین عامل مرگ و میر و چهارمین عامل مسمومیت در بین عوامل بستری شدن انسان‌ها هستند. استفاده از حشره‌کش‌ها برای تولید محصول بهتر و کنترل حشرات لازم می باشد، اما وجود آنها بعد از بکارگیری و آزاد شدن در محیط های خاکی و اکوسیستم‌های آبی خطرناک است. تعدادی از حشره‌کش‌ها از طریق آب و ذرات پخش شده صنعتی، به‌صورت باران ذرات، شستن یا عمل گردپاشی انتقال پیدا می‌کنند. حشره‌کش‌های باقیمانده نیز در داخل آب پخش می‌شوند که در این صورت یا به شکل کاملاً حل شده در می‌آیند و یا با رسوبات آمیخته می گردند. حل شدن زیاد ذرات جامد و pHهای متغیر که مخصوص حشره‌کش ها است مشکلات درخور توجهی در انجام طرحهای فاضلاب دارد و این سیستم‌ها را فرسوده می‌کند. فاضلاب حشره‌کش‌های صنعتی را می‌توان با اعمالی از قبیل خنثی کردن، تنظیم pH، جذب و تجزیه‌های زیستی تصفیه نمود. با استفاده از سیکل بیوژنیک که اصول آن بر پایه به کارگیری فضولات و پس‌مانده‌های حاصل از تولید و مصرف و برگرداندن آن‌ها به سیستم برای ذخیره یا بهره‌گیری مجدد گذاشته شده است، می‌توان میزان آلوده‌کننده‌ها را به حداقل خود کاهش داد و در عین حال اثرات سوء آن‌ها را نیز بر محیط و در ارتباط با مسائل اکولوژیک مورد بررسی قرار داد.

در اثر رشد سریع جوامع بشری و گسترش شهرها، تقاضا برای مواد غذایی بیشتر و بهتر هر لحظه افزایش پیدا کرده و چنین شرایطی ایجاب می‌کند که تکنولوژی خود را برای جوابگویی آماده سازد. در کشورهای توسعه یافته جهان اکثریت قریب به اتفاق زمین‌های زراعتی به زیر کشت رفته اند و امکان افزایش سطح زیر کشت جهت افزایش تولید چندان زیاد نیست. کشورهای جهان سوم نیز که زمین های زیادی دارند، به دلیل ضعف مالی و عدم دسترسی به تکنولوژی مدرن قادر به استفاده از آنها نیستند. پس تدارک مواد غذایی مورد نیاز جمعیت باید از طریق بکارگیری سیستم کشاورزی متمرکز که اصول آن بر پایه مدیریت صحیح و معقول آب و خاک، حفاظت زراعی و در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح گذاشته شده است انجام گیرد. با توجه به این واقعیت‌ها و بر اساس آمار و اطلاعات موجود میزان خسارت وارده بر کشاورزی به‌وسیله آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز در مقیاس جهانی حدوداً ۲۵ تا ۳۵ درصد کل تولید کشاورزی است و لذا ضرورت می‌یابد مادام که دیگر روش‌های کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی نتوانسته اند کارآیی لازم را از خود نشان دهند با استفاده از سموم شیمیایی از این خسارت جلوگیری به عمل آید. از طرف دیگر به دلیل نقل و انتقال آفت‌کش‌ها و ورود آن‌ها به زنجیره غذایی، این ترکیبات وارد نسوج شده و موجب آلودگی بخش‌های مختلف بیوسفر شده اند و بدین ترتیب، حیات انسان و دیگر جانداران را به خطر می اندازند.

ح- کنترل تلفیقی

این روش، سیستمی برای تنظیم جمعیت آفات است که در آن جنبه‌های مربوط به محیط و دینامیسم جمعیت گونه‌های موجود، رعایت شده و از تکنیک‌های مختلف کنترل استفاده می‌گردد تا تراکم جمعیت آفات یک اکوسیستم در زیر آستانه زیان اقتصادی قرار گیرد. در این روش، برای کنترل یک آفت چند روش کنترل نظیر کنترل شیمیایی، بیولوژیکی و یا زراعی به‌طور توأم استفاده می‌شود و تأکید بر این است که با بکارگیری تمام روش‌های ممکن (سازگار با یکدیگر) بتوان جمعیت آفت را در یک برنامه واحد کنترل و از بروز زیان اقتصادی توسط آن جلوگیری نمود تا عوارض ناشی از این عمل به حداقل برسد. به‌طورکلی در اداره انبوهی آفات، برداشت محصول مطلوب و کافی در یک محیط اکولوژیک سالم و پایدار دنبال می‌شود.

منابع مورد استفاده

اسماعیلی، م.، میرکریمی، ا. و آزمایش فرد، پ. ۱۳۷۴. حشره شناسی کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۵۵۰ صفحه.

حجت، س. ح. ۱۳۶۳. راهنمای علمی جمع آوری و شناسایی حشرات نابالغ. انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۳۴ صفحه.

حجت، س. ح. ۱۳۶۶. حشرات (راهنمای جمع آوری و شناسایی). موسسه انتشارات امیرکبیر تهران، ۳۵۲ صفحه.

خانجانی، م. و حداد ایرانی نژاد، ک. ۱۳۸۵. کنه های زیان آور محصولات کشاورزی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ۵۲۷ صفحه.

خانجانی، م. ۱۳۸۷. آفات گیاهان زراعی ایران (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ۷۳۱ صفحه.

خانجانی، م. و خلقانی، ج. ۱۳۸۶. اصول کنترل آفات (حشرات و کنه ها). انتشارات موسسه تحقیقات کشاورزی، ۳۴۰ صفحه.

ملکی میلانی، ح. ۱۳۷۱. روشهای جمع آوری، نگهداری و بررسی حشرات (تهیه مجموعه حشرات و دیگر بندپایان). انتشارات پیشتاز علم، ۲۰۸ صفحه.

میراب بالو، م. ۱۳۸۶. بررسی تاکسونومی سنهای گیاهخوار خانواده Miridae و معرفی دشمنان طبیعی (حشرات) گونه غالب جنس *Lygus* در مزارع یونجه همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده علوم باغبانی و گیاهپزشکی، دانشگاه تهران، ۱۲۱ صفحه.

میرمؤیدی، ع. ن. ۱۳۸۴. حشره شناسی کشاورزی، آفات و کنترل آنها. چاپ دوم. انتشارات طاق بستان، دانشگاه رازی، ۷۱۱ صفحه.

میرمویدی، ع. ن. ۱۳۸۵. اصول رده بندی حشرات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه، ۸۳۵ صفحه.

Alford, D. V. 1984. A colour atlas of fruit pests, (their recognition, biology and control). Printed by Blantyre Printing & Binding Co. Ltd, Glasgow, Scotland, 320 pp.

Anonymous.2006.FamilyMiridae.Available*In*:http://www.cedarcreek.umn.edu/insects/020023n.html.

Baker, E. and Tuttle, D. M. 1994. A guide to the spider mites (Tetranichidae) of the United States. Indira Publishing House, 347 pp.

Balogh, j. and Mahunka, S. 1983. Primitive oribatids of the Palaearectic region. Elsevier pub., Amsterdam, 372 pp.

Bei-Beinko, G. Ya. and Bagdanov, K. 1955. Agricultural Entomology. Agricultural litterature, Govement Publisher, Moscow, 616 pp. (In Russian).

Borror, D. J., Triplehorn, C. A. and Johnson, N. F. 1989. An Introduction to the study of insects. Saunders College Publishing, 875 pp.

Dippenaar-Schoman, A. S. and Jocque, R. 1997. African Spider an Identification Manual. Agricultural Research Council, South Africa, 392 pp.

Dolling, W. R. 1991. The Hemiptera. Natural History Museum, 274 pp.

Engel, M. S. 2005. Family-group names for bees (Hymenoptera: Apoidea). *American Museum Novitates* 3476: 1-33.

Evans, G. O. 1992. Principles of Acarology. C.A.B. International, 563 pp.

Gillott, C. 1995. Entomology. New York, Plenum Press, 798 p.

Hirst, S. 1923. On some arachnid remains from Old Red Sandstone (Rhynie Chert Bed, Aberdeenshire). Annals and Magazine of Natural History Ser.9, 12, 455-474.

Jepson, L. R., Keifer, H. H. and Baker, E. W. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 614 p.

Kaston, B. J. 1953. How to know the spiders. WM. C. Brown Compony Publishes, 289 pp.

Keifer, H. H., Baker, E. W., Kono, T., Delfinado, M. and Styer, W. E. 1982. An Illustrated Guide to Plant Abnormalities Caused by Eriophyid Mites in North America. United States Department of Agriculture, Agricaltural Research Service, Agriculture Handbook Number 573, 178 pp.

Kelton, L. A. 1959. Male genitalia as taxonomic characters in the Miridae (Hem., Miridae). Canadian Entomologist Supplement, 11: 1-72.

Kelton, L. A. 1975. The Lygus bugs (genus *Lygus* Hahn) of North America (Het., Miridae). Mem. Entomol. Soc. Canada. 95: 1-101.

Kerghner, I. M. and Yachevskii, T. L. 1964. Hemiptera (Heteroptera). Pp. 851-865, 913-1003. *In*: Bie-Bienko, G. Y. (ed). Keys to insects of the European USSR. Vol. 1., Israel program for scientific translation. Jerusalem, 1967.

Linnavuori, R. E. 1995. Hemiptera of Iraq. Entomology Fennica, 6: 29-38.

McGavin, G. C. 1992. Insects of the Northern Hemispher. Illustrated by Richard Lewington. Dragon's World Ltd Published, 192 pp.

McGavin, G. C. 1992. Insects of the Northern Hemispher. Illustrated by Richard Lewington. Dragon's World Ltd Published, 192 pp.

Metcalf, D. S. and Luckmann, W. H. 1982. Introduction to insect pest management. Wiley Interscience Publication, London, UK, pp. 469-486.

Meyer M. K. P. (Smith). 2001. Phylum Artropoda, Class Arachnida, Order Acari, Family Eriophyidae, *Aceria mangiferae* Sayed. Pp. 67-106. *In*: Van den Berg, M. A. (eds.). 2001. Order Hemiptera, pp. 158-145, *In*: Van den Berg, M. A. and Villiers, E. A. and Joubert, P. H. (eds.). Pests and Beneficial Arthropods of Tropical and Non-Citrus Subtropical Crops in South Africa ARC- Institute for Tropical Crops, Ad Dynamics, Nelspruit, South Africa, 525 pp.

Pedigo, L. P. 1999. Entomology and Pest Management. (3nd edition). Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA., 691 pp.

Popov, Yu. A. 1968. True bugs of the Jurassic Karatau fauna (Heteroptera). *In:* Jurassic insects of Karatau, Acad. Sci. USSR, Section of General Biology. Publ. House "Nauka", pp. 99–113.

Preston-Mafham, R. 1998. The book of Spiders. Published by Chartwell Books, 144 pp.

Romoser, W. S. and Stoffolano, J. S. 1998. The science of Entomology. (14^{th} edition). 584 PP.

Ross, H. H., Ross, C. A. and Ross, J. R. P. 1982. A textbook of Entomology. (4^{th} edition). Printed in the United States of America, 666 pp.

Schuh, R. T. and Slater, J. A. 1995. True Bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera) classification and natural history. Cornell Unive. Press. Ithaca, NY and London, 336 pp.

Slater, J. A. and Baranowski, R. M. 1978. How to know the true bugs. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Lowa, 256 pp.

Uys, V. M. and Urban, R. P. 1998. How to collect and preserve insects and arachnids. Published by the Plant Protection Research Institute, Agricultural Research Council of South Africa, 73 P.

Walter, D. E. and Proctor, H. C. 2001. Mites in soil, An interactive key to mites and other soil microarthropods. CSIRO Pub.

Wheeler, A. G., Jr. 2001. Biology of the Plant Bugs (Hemiptera: Miridae). Pests, predators, opportunists. Cornell University Press, Ithaca and London. 507 pp.

Wirshire, W. 1976. The Lepidoptera of Iraq. British Publishes.

Zagulyaev, A. K. 1989. 19. Family Cossidae-Carpenter Moth. Pp.256-268, *In*: Medvedev, G. S. (Ed.), Keys to the Insects of the European Part of the USSR. E. J. Brill Publisher, New York.

ENTOMOLOGY
&
Pests Management

By:

Majid Mirab-balou

Agricultural Entomologist

Department of Agricultural Entomology & Pest Control, College of Agriculture & Biotechnology, Zhejiang University, 268 Kaixuan Road, Hangzhou 310029, CHINA

Hamid-Reza Pourian

Agricultural Entomologist, College of Agriculture, Tehran University, Karaj-Iran

Shahram Pishevar

Head of Plant Protection office, Jahad-e-Keshavarzi, Hamedan-Iran

First Edition

2008